UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CICLO BÁSICO
DPTO. EDUCACIÓN PARA INGENIERÍA

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS A NIVEL PREUNIVERSITARIO Y SUS IMPLICACIONES EN UN DISEÑO INSTRUCCIONAL

Trabajo de Ascenso presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por Yolanda Serres Voisin
para optar a la categoría de
Profesor Asistente

Caracas, Enero de 1999

INDICE

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de la sección 01 del Curso Introductorio, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, semestre 0397, que sirvieron de informantes en esta investigación.

Al profesor Cipriano Cruz por su enseñanzas.

A las profesoras María Itriago y Mary Huguet por sus observaciones, sugerencias y estímulo para llevar a cabo este trabajo.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivos describir el proceso de solución de problemas matemáticos llevado a cabo por un grupo de estudiantes del Curso Introductorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, evaluar cómo se progresa en ese proceso y dar contribuciones sobre cómo se debe diseñar la instrucción para ayudar a este proceso.

El marco conceptual estuvo formado por la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje basado en solución de problemas matemáticos de Schoenfeld y Lester, los modelos de aprendizaje de Charnay y los aportes de la teoría constructivista a la acción del docente en el aula de Flórez, los aportes de la psicología del aprendizaje matemático de Skemp y de la psicología educativa de Ausubel, la concepción de evaluación de Salcedo y la concepción de diseño instruccional de Aguilar.

El diseño de la investigación fue del tipo cualitativo etnográfica, pues pretendió evaluar cómo un grupo particular de estudiantes del Curso Introductorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela actuaba ante el proceso de solución de problemas matemáticos. El diseño metodológico tomó como referencia central a Martínez.

La técnicas de investigación utilizadas fueron la observación activa de las clases donde se desarrolló el proceso, las entrevistas semiestructuradas a los estudiantes para aclarar procesos, las grabaciones audiovisuales para congelar los hechos y poder analizarlos a posteriori, y el uso de los portafolios como instrumento de evaluación holístico.

Como resultado de esta investigación se obtuvo una contribución para el rediseño de la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento basada en el proceso espontáneo de aprendizaje de la matemática y en los aportes de las ciencias cognitivas.

Esta fue una investigación educativa que tomó aportes esenciales de la psicología cognoscitiva.

I. EL PROBLEMA

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería (FIUCV) existe, desde hace diez años, un Curso Introductorio. Este curso nació como una propuesta para resolver los problemas de aprendizaje observados en los estudiantes de nuevo ingreso con respecto a las fallas de conocimientos previos y de estrategias para resolver los problemas que se le planteaban, necesarios para el estudio de la ingeniería. Para ingresar a dicho curso el bachiller o estudiante del último año del bachillerato debe presentar la Prueba Voluntaria de Aptitud Académica (PVAA) que administra la FIUCV, esta prueba consta de siete subpruebas clasificadas en: - de conocimientos; una de matemáticas y una de física; - de aptitudes; razonamiento básico, razonamiento verbal, comprensión espacial y comprensión mecánica, y una última subprueba de potenciación personal. El estudiante que resulta aprobado es asignado al primer semestre de la carrera, pero si está cerca de los parámetros de aprobación se le ofrece la posibilidad de ingresar al mencionado curso.

El curso dura un semestre y consta de seis asignaturas obligatorias (Física, Geometría, Lenguaje y Métodos de Pensamiento, Matemática, Orientación y Química) que deben ser todas aprobadas para que el estudiante ingrese al primer semestre de la carrera.

La asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento tiene como propósitos:

1. Ayudar al estudiante a desarrollar habilidades de búsqueda, investigación y producción de conocimientos.
2. Proporcionar información y experiencias de aprendizaje para que el estudiante explore y evalúe su nivel de habilidades para el estudio de las otras áreas del Curso Introductorio.
3. Estimular el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva por parte del estudiante, de modo que éste pueda dirigir y supervisar su proceso de aprendizaje, (Programa de Lenguaje y Métodos de Pensamiento, 1997; ver anexo 1).

Para dos de los profesores diseñadores de la asignatura, y con mayor experiencia en la misma, los propósitos de la asignatura son:

Profesor 1:

Aspectos cognitivos: distinguir y diferenciar focos de pensamiento relacionados con el análisis, la comparación y la inferencia. Conocer y usar estrategias de solución de problemas.

Aspectos metacognitivos: desarrollar un estado de alerta, un hábito, sobre cómo usar las estrategias, cuándo y dónde. Mostrar una actitud permanente de supervisar y verificar lo que se hace; revisión de la relación medios-fines, qué se está haciendo y para qué.

Profesor 2:

- Clarificar procesos intelectuales (herramientas de pensamiento); tener conciencia, estar alerta de éstos, captarlos e incorporarlos a la conducta habitual.
- Tener conciencia metacognitiva de planificación, supervisión.
- Transferir estos conocimientos a otras áreas de estudio.

(Entrevistas hechas a María Itriago y Cipriano Cruz, Noviembre 1997)

Ahora bien, en el dictado de esta asignatura se utilizan, usualmente, textos y problemas de interés general y de matemáticas recreativas, para cuya comprensión no se requiere una alta conceptualización matemática. Este tipo de problemas son llamados comúnmente problemas libres de contenido. En los últimos años se han incorporado algunas sesiones de trabajo con problemas matemáticos que se están abordando en el área de matemáticas en ese momento, pero estas iniciativas han sido a título personal de los profesores.

En una evaluación hecha al área en el semestre 2/96 (Romero, 1997) y cuyo objetivo fue evaluar la pertinencia de la materia a través de cuatro variables (medios, estrategias, contenido y alumno), resultó que el área Lenguaje y Métodos de Pensamiento era pertinente desde todo punto de vista, en cuanto a sus objetivos, a su ubicación en el Curso Introductorio, en cuanto a sus estrategias y para los alumnos.

En esta evaluación se dieron, entre otras, las siguientes sugerencias:

- Planificar actividades motivantes para los alumnos, que despierten su interés, el cual está muchas veces sólo centrado en otras materias. Presentarles situaciones vivenciales, de su vida cotidiana, de sus materias… (en cuanto a estrategias)
- Planificar una continua revisión del contenido de la materia para actualizarlo con nuevos enfoques o avances de la psicología cognitiva (en cuanto a contenidos).
- Introducir continuamente, de modo consciente e intencional, la transferencia (en cuanto al alumno).

En las encuestas realizadas a los estudiantes al final del semestre para evaluar el área Lenguaje y Métodos de Pensamiento, se leen comentarios como el siguiente: "Considero que la materia es bastante formativa pero debería ser más práctica, es decir, que lo que se enseña se debe aplicar continuamente con más profundidad."(Encuesta de evaluación del área Lenguaje y Métodos de Pensamiento, I semestre, 1997)

Debido a las reiteradas sugerencias de aplicar el contenido del área Lenguaje y Métodos de Pensamiento a otras áreas del conocimiento, es decir, de darle aun más el carácter instrumental a la misma se planteó transferir estos conocimientos al área de Matemáticas.
En una revisión sobre el papel de la solución de problemas en la comunidad de educación matemática, realizada por Lester (1994), éste plantea que aunque hay ambigüedades en las conclusiones, los resultados que sobresalen los siguientes:

1. Los estudiantes tienen que resolver muchos problemas para mejorar las habilidades asociadas a este proceso.
2. Las habilidades para resolver problemas se desarrollan lentamente a lo largo de un prolongado período de tiempo.

3. Para que los estudiantes se beneficien de la instrucción, deben sentir que sus maestros piensan que resolver problemas es importante.
4. La mayoría de los estudiantes se benefician enormemente de la instrucción en solución de problemas si ella es planificada sistemáticamente.
5. Enseñar a los estudiantes estrategias para resolver problemas, heurísticas y fases de resolución de problemas (por ejemplo la de Pólya [1945/1973 modelo de solución de problemas en cuatro fases), contribuye poco a mejorar las habilidades de los estudiantes para solucionar problemas matemáticos en general.

Por todas las razones expuestas anteriormente se considera que el área Lenguaje y Métodos de Pensamiento debe ayudar al aprendizaje de las matemáticas, promoviendo de manera intencional la transferencia de sus contenidos a esa área del conocimiento, y tomando como base el proceso de solución de problemas matemáticos de los estudiantes del Curso Introductorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (CIFIUCV) e introduciendo modificaciones en su diseño de manera de aplicar los conocimientos de las ciencias cognitivas sobre cómo se aprende a una área específica, que para efectos de esta investigación fue escogida la matemática por su importancia en la formación de un ingeniero.

CONTEXTO DEL PROBLEMA

A continuación se describe el contexto en que se desarrolló el grupo que conformó la muestra de la investigación, con el propósito de dar una panorámica de los factores que influyeron en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los estudiantes del Curso Introductorio de la FIUCV tienen una edad media de 17 años, y, como ya se dijo, son seleccionados por la PVAA. Para la mayoría de los estudiantes del segundo semestre del año (período en que se recogió la información), recién graduados de bachiller, su experiencia en el Curso Introductorio suele ser la primera en estudios universitarios, lo que hace que algunos estudiantes cuya vocación, motivación, etc. no está clara, no asuman la responsabilidad y el reto que ello significa, y en consecuencia, abandonen el curso. Por otra parte, se ha observado a lo largo de la historia del Curso Introductorio, un alto nivel de deserción en el segundo semestre del año, y se asume como una de las principales razones que durante el mismo los estudiantes tienen la oportunidad de volver a presentar la PVAA, cuyos resultados son publicados en la propia Facultad a tan sólo tres días después de la presentación de la misma, y que de resultar el estudiante seleccionado para ingresar en el primer semestre de carrera, suele abandonar el curso. Este año en particular, esto ocurrió al término de la octava semana de clase, cuando sólo se había presentado un parcial de Matemáticas, asignatura que suele ser la decisiva a la hora de aprobar el curso.

El curso de Lenguaje y Métodos de Pensamiento del segundo semestre del año 1997, sección 01, estuvo conformado por 31 estudiantes. De los cuales 24 fueron asignados por sus resultados en la PVAA y 7 por actas convenios de la Universidad Central de Venezuela con los gremios de profesores, empleados y obreros. Se hace esta separación por la diferencia de actitud y de ejecución entre el grupo que debe aprobar el curso para ingresar al primer semestre de carrera y el grupo que lo hace voluntariamente pues ya tiene un cupo asignado (caso de estudiantes asignados por actas convenios).

Se observa en los estudiantes un estilo de aprendizaje reproductivo, repetitivo, dicho de otra forma, ante preguntas como ¿por qué haces …?, ¿cómo hiciste…?, ¿qué es una ecuación?, las pocas respuestas que existen son vagas, se busca "imitar" el método del profesor en ocasiones sin entender nada. Esta es la principal motivación de este trabajo; la esperanza es transformar el estudiante que se recibe en la universidad, pasivo, inseguro, en un estudiante activo, crítico, reflexivo ante su proceso de aprendizaje, que responda como un universitario, basado en hechos y con un razonamiento acorde a la situación, y que esté en constante preparación para los retos que su profesión le demandará. Todo esto en el marco de la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento que por ser una área instrumental tiene las características apropiadas para propiciar la reflexión del estudiante acerca de su proceso de aprendizaje.

Las preguntas a responder en esta investigación son:

- ¿Cómo resuelven problemas matemáticos los estudiantes al ingresar al Curso Introductorio?
- ¿Cómo progresan en este proceso al recibir información y entrenamiento sobre el proceso como tal?
- ¿Cómo se puede estimular el mejoramiento del proceso de solución de problemas matemáticos desde el diseño de instrucción, específicamente desde las estrategias docentes, la evaluación y los materiales instruccionales?

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir el proceso de solución de problemas matemáticos de los estudiantes del Curso Introductorio, *evaluar* su progreso en este proceso y tomarlo como base para *contribuir* al rediseño el área de Lenguaje y Métodos de Pensamiento.

Objetivos específicos

Analizar el proceso de solución de problemas matemáticos llevado a cabo por los estudiantes al ingresar al CIFIUCV y durante el mismo.

Contribuir con un diseño instruccional basado en el proceso de solución de problemas matemáticos, particularmente en lo referente a las estrategias docentes para estimular dicho proceso.

II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Este capítulo tiene como propósito exponer la base conceptual que dio sustento a esta investigación. Esta base está constituida por: un concepto de *Evaluación;* qué se entiende por *Solución de problemas matemáticos;* la postura de *Diseño instruccional;* con énfasis en las *Estrategias docentes;* una postura filosófica de educación, el *Constructivismo* y un marco sobre psicología del aprendizaje el de *Aprendizaje significativo.*

CONCEPTO DE EVALUACIÓN

El concepto de evaluación utilizado en esta investigación es: (Salcedo, 1995)

> "Evaluación es el proceso mediante el cual se delimita y describe un programa u objeto y se juzga su mérito o valor desde una visión integral, atendiendo a las necesidades, intereses y expectativas expresadas por las personas o grupos involucrados, y al contexto institucional, sociocultural y político en que se realiza, con el propósito de orientar las decisiones que contribuyan a mejorar la calidad de la entidad evaluada, tanto en su aspecto intrínseco como extrínseco".

Se escogió este concepto porque el programa que se pretende juzgar, el proceso de solución de problemas matemáticos, debe verse desde una visión integral, pues aunque la investigación se centra en los aspectos cognoscitivos del proceso existen otros aspectos relacionados con el ente evaluado como son los factores afectivos. Por otro lado ésta es una investigación etnográfica, pretende realizar un juicio atendiendo a las necesidades, intereses y expectativas de un grupo de personas particular (estudiantes y profesores del Curso Introductorio de la Facultad de Ingeniería de la UCV) y, por último, el propósito definitivo de esta investigación es dar propuestas que sirvan para mejorar el proceso de solución de problemas matemáticos llevado a cabo por los estudiantes del Curso Introductorio de la FIUCV, desde la perspectiva de un diseño instruccional.

PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS

La evaluación del proceso de solución de problemas matemáticos se llevó a cabo en el marco de la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento (LMP), utilizando los problemas asignados en el área de Matemáticas y planificando algunas actividades conjuntas con ésta para hacer la evaluación. Se pretendió ayudar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje de las matemáticas, en la situación actual que vivían. La asignatura LMP tiene una dinámica tipo taller, los problemas se resuelven en un ambiente donde se permite la consulta a fuentes de información, la verbalización y discusión del proceso y de la solución; dependiendo de la interacción con el grupo se suministra el algoritmo o se sugieren heurísticas; el tiempo de ejecución se predefine; se trata que el trabajo sea hecho individualmente en casa, luego discutido en parejas en el aula de clases y, por último, a nivel grupal con la orientación del docente.

Los estudiantes reciben varias guías de apoyo donde se explica cuáles son las etapas de solución de un problema, a qué se hace referencia cuando se pide analizar un problema, cuáles son las estrategias más utilizadas y, también, se dan algunas recomendaciones para verificar las soluciones de los problemas. (Ver anexo 2)

Cuando se hace referencia a analizar un problema se considera como tal la identificación de cuatro partes: información inicial con que se cuenta, meta que se quiere alcanzar, procedimientos para llegar a la meta y condiciones de trabajo; las relaciones entre estas partes, y entre ellas y el sistema axiomático de las matemáticas es otra parte esencial del análisis y si se quiere, de un nivel más complejo.

Las estrategias sugeridas y modeladas a los estudiantes para resolver los problemas son: representación de la situación problema, análisis de medios y fines, búsqueda de semejanzas y analogías, establecimiento de submetas, reducción del espacio del problema, ensayo y error y trabajar hacia atrás. Se discute el uso de cada una, la importancia de cada una en un tipo de problema particular y a su vez se muestra como un problema puede ser resuelto usando distintas estrategias y si hay una ventaja en tiempo y recursos en usar alguna en particular. Estas discusiones algunas veces dan lugar a enfocar los procesos de optimización en ingeniería.

Se hace especial énfasis en la etapa de verificación, alertando sobre la importancia que tiene en una carrera como ingeniería el comprobar las soluciones sugeridas.

Para LMP un problema es una situación donde se plantea una interrogante, una duda o se observa una realidad de la cual no se tiene explicación y, la información que se maneja, no permite responder o explicar la realidad inmediatamente. Para resolver el problema es necesario seguir ciertos procedimientos, bien sea algorítmicos o heurísticos, tomar decisiones, analizar el contexto de la situación, evaluar las condiciones en que ocurre para llegar a dar solución a la cuestión o explicar razonadamente la realidad dudosa.

Para Perales (1993), los problemas se clasifican según los criterios de:

- Campo de conocimiento aplicado; la principal diferencia entre los problemas que se plantean en la enseñanza de la ciencia y aquéllos que tienen lugar en la vida cotidiana es que en el primer caso lo importante no es la obtención de la solución, a menudo conocida, sino más bien el proceso para llegar a ella.
- Tipo de tarea (cualitativa-cuantitativa), dentro del contexto de la enseñanza de la ciencia los problemas cualitativos son aquéllos que en su solución no se precisa recurrir a determinaciones numéricas, debiendo resolverse de forma verbal/escrita; los problemas cuantitativos exigen cálculos numéricos efectuados a partir de las ecuaciones correspondientes y de los datos disponibles en el enunciado.
- Naturaleza del enunciado y características del proceso de solución (abierto-cerrado), los problemas cerrados son aquellos que contienen toda la información precisa y se resuelven mediante el empleo de un cierto algoritmo; los problemas abiertos, por el contrario, implican la existencia de una o varias etapas en su solución.(p. 171)

Las variables a considerar en la solución de problemas pueden agruparse de acuerdo a: (Perales, 1993)

- La naturaleza del problema; que se refiere a los aspectos formales del problema tales como la precisión, estructura, y lenguaje del enunciado; complejidad y tipo de tarea requerida en la solución; solución abierta o cerrada, conocida o desconocida.

- El contexto de la solución del problema; que se refiere a la manipulación de objetos reales, la consulta o no de fuentes de información, la verbalización o no del proceso, si se suministra o no el algoritmo y el tiempo de ejecución.

- La persona que resuelve el problema; que se refiere a las características de la persona como conocimientos teóricos, habilidades cognitivas, creatividad, actitud, ansiedad, edad, sexo.

Los problemas matemáticos que se plantean en el Curso Introductorio de la FIUCV según Perales (1993), son problemas semánticamente ricos, los hay tanto cuantitativos como cualitativos y tanto cerrados como abiertos. Los contenidos estudiados en el curso son básicamente dos: estudio del carácter deductivo de la matemática y los métodos de demostración de algunos teoremas, y el estudio de funciones reales de variable real orientado hacia la modelación de problemas reales. Son problemas de enunciado preciso, estructurados en lenguaje matemático. Los propósitos generales del área de Matemática son:

- Mejorar las habilidades y destrezas que posee el estudiante, para una mayor comprensión y aplicación de los conocimientos de Matemática, adquiridos en Educación Media.
- Desarrollar en el estudiante nuevas habilidades y estrategias, para enfrentar el reaprendizaje de contenidos ya aprendidos y aplicarlos a problemas con una visión global.

- Capacitar al estudiante para modelar matemáticamente problemas sencillos y a su vez pueda interpretar los diferentes problemas que han sido modelados.

Y, específicamente, los problemas exigen:

- demostrar teoremas o buscar contraejemplos para negar una proposición matemática,
- hacer estudio completo de funciones para graficarlas,
- resolver problemas de aplicación,
- resolver ecuaciones e inecuaciones.

En cuanto al contexto en que se resuelven los problemas, se permite la consulta a fuentes de información, la discusión del proceso, se predefine el tiempo de ejecución y, dependiendo de la interacción con el grupo, se suministra el algoritmo o se sugiere una heurística.

Los estudiantes tienen unos ciertos conocimientos teóricos, pues las clases donde se recogió la información son después de las clases regulares de matemáticas; sus aptitudes son medidas por las diferentes subpruebas de ingreso a la FIUCV; se supone que existe una preparación previa homogénea en el grupo acerca de su aprendizaje de la matemática, pues hay homogeneidad de edades, de nivel educativo, de tiempo de graduado de bachiller y de interés por ingresar a la facultad de ingeniería.

En esta investigación se tomó como referencias los aportes de Schoenfeld y de Lester acerca de cómo se resuelven problemas matemáticos y cómo se debe diseñar la instrucción para ayudar a este proceso.

Para Schoenfeld (1983), el proceso de solución de problemas matemáticos pasa por cinco etapas, las cuales son períodos de tiempo durante los cuales la persona que resuelve el problema está absorta en un sólo conjunto de acciones, estas etapas son: leer, explorar, analizar, planificar/implementar y verificar. En esta investigación se enfatizó la evaluación del proceso en los aspectos de análisis, utilización de los conceptos, uso de estrategias, alcance de las soluciones y verificación de las soluciones, y se agregaron dos aspectos producto del intercambio con los estudiantes: precisión en el uso del lenguaje matemático y diferenciación entre lo particular y lo general.

Schoenfeld (1983), describe las etapas como sigue:

Lectura: comienza cuando la persona comienza a leer el problema en voz alta. Esto incluye la incorporación de las condiciones del problema y continúa con algunos silencios que pueden seguir la lectura, silencios que pueden indicar contemplación del estado del problema, la relectura (no verbalizada) del problema o pensamientos en blanco.

Análisis: si no hay caminos aparentes de proceder después de que el problema ha sido leído, la siguiente fase es el análisis. En el análisis la atención se centra en comprender completamente del problema, seleccionar la perspectiva apropiada y reformular el problema en esos términos, e introducir consideraciones para los principios y mecanismos que sean apropiados. En esta etapa el problema puede ser simplificado o reformulado.

Exploración: tanto la estructura como el contenido sirven para distinguir la exploración del análisis. El análisis está generalmente bien estructurado y adherido a las condiciones o metas del problema. Por otra parte, la exploración está menos estructurada y más lejos del problema original. Ésta es un amplio recorrido a través del espacio del problema, una búsqueda de información relevante que puede ser incorporada en la secuencia análisis/planificación/implementación. (Se puede retornar mejor al análisis con nueva información recogida durante la exploración). En la fase de exploración del proceso de solución de problemas se puede encontrar una variedad de heurísticas de solución de problemas, examinar problemas semejantes, usar analogías, etc. Aunque estructurada de manera amorfa, no significa que la exploración carezca de estructura: la métrica de la exploración se mueve a través de todo el espacio del problema, los objetos del problema original percibidos a distancia, deberán servir para seleccionar los items a considerar.

Precisamente porque la exploración está débilmente estructurada, tanto la ejecución local como global es aquí crítica.

Planificación/implementación: El énfasis en esta etapa está en las preguntas, los usos detallados de hacer un plan no están dirigidos: la principal cuestión que concierne aquí es tratar que en todo caso el plan esté bien estructurado, si la implementación del plan está ordenadamente hecha y si hay monitoreo o ejecución del proceso por parte de las personas que resuelven, con la retroalimentación al plan y a la ejecución tanto a nivel local como global. Muchos de estos juicios son subjetivos. Por ejemplo, la ausencia de algún comportamiento de planificación no indica necesariamente la ausencia de un plan, en efecto, los protocolos de "manejo de esquemas" de solución a veces se procesan directamente de episodios de lectura con una coherencia e implementación bien estructurada de un plan no verbalizado.

CONTRIBUCIONES AL REDISEÑO INSTRUCCIONAL DE LA ASIGNATURA LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO

Para Lopes y Costa (1996) varios autores abordan la resolución de problemas como una actividad importante a incluir en los currículos sin proponer una enseñanza-aprendizaje centrada en ellos. Señalan estos autores que los estudios que se incluyen en esta área tienden a:

- Analizar por qué los alumnos tienen dificultades en resolver problemas en el aula.
- Proponer soluciones de enseñanza-aprendizaje para ser implementadas en el aula de modo que sea posible un mejor aprovechamiento y desarrollo de la capacidad de resolver problemas.
- Estudiar aspectos específicos que hacen más eficiente el progreso de la capacidad de resolver problemas a partir de actividades en el aula, como son: no demandar

pensamiento formal para resolver problemas, …, proponer problemas reales para ser resueltos con la ayuda del ordenador y de la modelización matemática,…, la resolución de problemas en grupos de trabajo cooperativo en los que la comunicación sea estructurada, aumentando así la consecución.

- Proponer estrategias para cuestiones específicas basadas en problemas.
- Estudiar cómo los profesores plantean y resuelven problemas y las implicaciones de los procesos deficientes que usan en sus enseñanzas-aprendizajes.
- Estudiar el papel de la evaluación en la corrección y mejora de la consecución de los alumnos en la resolución de problemas.

Además, agregan que estos estudios apuntan a la posibilidad y viabilidad de generar un modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas que no ignore aspectos de la enseñanza de las ciencias, como el trabajo experimental, el cambio conceptual y el lenguaje.

Esta investigación se centró en estudiar aspectos específicos que hagan más eficiente el progreso de la capacidad de resolver problemas a partir de actividades en el aula; proponer soluciones de enseñanza-aprendizaje para ser implementadas en el aula, de modo que sea posible un mejor aprovechamiento y desarrollo de la capacidad de resolver problemas; y proponer estrategias para cuestiones específicas basadas en problemas. Además considera los aportes de la enseñanza de la ciencia para fundamentar sus hallazgos. Todo esto se hizo a partir del proceso de solución de problemas llevado a cabo por los estudiantes considerado como la fuente esencial de cualquier propuesta de enseñanza-aprendizaje a ser implementada en el aula. Esto se fundamenta en que para las teorías cognitivas la adquisición del conocimiento se describe como una actividad mental que implica una codificación interna y una estructuración por parte del estudiante; el estudiante es visto como un participante activo del proceso de aprendizaje. De aquí que estas teorías se dediquen a conceptualizar los procesos de aprendizaje del estudiante y se ocupen de cómo la información es recibida, organizada, almacenada y localizada. (Ertmer y Newby, 1993)

DISEÑO INSTRUCCIONAL

Para dar estas propuestas se tomó el concepto de diseño de instrucción siguiente:

> "Un proceso que apoyado en un enfoque sistémico, organiza de una forma sistemática un conjunto de componentes de naturaleza instruccional, que permiten satisfacer necesidades y metas instruccionales". (Aguilar, 1989).

Se tomó este concepto por considerar la instrucción como un proceso que tiene múltiples partes y múltiples relaciones que forman un sistema, cuyos insumos son las necesidades del grupo de estudiantes involucrados y cuyos productos son el logro de las metas instruccionales tanto de los estudiantes, como de los docentes y de la institución educativa responsable de la instrucción. Se considera que las partes que conforman el sistema son: el proceso de aprendizaje de los estudiantes, los objetivos instruccionales, las estrategias docentes, la evaluación y los materiales instruccionales.

Plantea Schoenfeld (1992) que la instrucción matemática debe:

- desarrollar la comprensión de conceptos importantes en el contexto apropiado de los estudiantes;
- proveer a los estudiantes la oportunidad para explorar un amplio rango de problemas y de situaciones problemáticas;
- ayudar a los estudiantes a desarrollar lo que ha sido llamado un "punto de vista matemático";
- ayudar a los estudiantes a desarrollar precisión tanto en presentaciones escritas como en orales;
- ayudar a los estudiantes a desarrollar la habilidad de leer y usar el texto y otros materiales matemáticos.

El "punto de vista matemático", se entiende como analizar y comprender, percibir la estructura y las relaciones estructurales, ver cómo funcionan juntas, denotar aquellas connotaciones que pueden ser puras o aplicadas, ayudando así a los estudiantes a desarrollar sus destrezas analíticas y la habilidad para razonar.

Se sugiere que el área Lenguaje y Métodos de Pensamiento tome como objetivos:

1. Desarrollar habilidades de pensamiento: analizar problemas, razonar a distintos niveles, comparar, reconocer y usar estrategias de solución de problemas.
2. Ayudar a comunicar las ideas de manera oral y escrita.
3. Ayudar a utilizar los libros de texto y otros materiales didácticos como las calculadoras y las computadoras.
4. Estimular el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva por parte del estudiante, de modo que éste pueda dirigir y supervisar su proceso de aprendizaje.

El primer objetivo considera el desarrollo del "punto de vista matemático", el segundo y el tercero también coinciden con los planteamientos de Schoenfeld y con las investigaciones recientes sobre solución de problemas matemáticos donde se plantea (Lester, 1994), que la enseñanza de la cognición y la metacognición en el proceso de solución de problemas matemáticos debe ocurrir en el contexto de aprendizaje de conceptos y técnicas matemáticas específicas, pues la instrucción de metacognición general probablemente va a ser menos efectiva.

Sumados a estos planteamientos está el de Santos (1996):

> "no solamente resulta importante que el estudiante aprenda una gama de contenidos matemáticos, reglas, fórmulas, y procedimientos; sino que también es necesario que desarrolle un conjunto de habilidades y estrategias que le permitan aplicar y encontrar el sentido de las ideas matemáticas. En este proceso, es importante que el estudiante proponga y analice conjeturas, formule, rediseñe, y resuelva diversos tipos de problemas. Además, es necesario que el estudiante desarrolle cierta disposición hacia el estudio de las matemáticas donde valore y comunique eficientemente sus ideas". (p. 58)

Los otros aspectos esenciales a tomar en consideración son:

- Las estrategias docentes
- Los materiales instruccionales (libros, guías, computadoras, calculadoras, etc.)
- La evaluación

LAS ESTRATEGIAS DOCENTES

Como estrategias docentes se entiende todas aquellas acciones que lleva a cabo el docente en el aula de clases que estimulen, propicien y orienten el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Estas pueden ser debates, preguntas, observaciones, conclusiones, etc. Algunas acciones a seguir en la enseñanza centrada en el proceso de solución de problemas son: (Lester y col., citado por Schoenfeld, 1992)

ANTES

ACCIÓN AL ENSEÑAR	PROPÓSITO
1. Leer el problema, discutir palabras o frases que los estudiantes puedan no entender.	Ilustrar la importancia de leer cuidadosamente, focalizar en vocabulario especial.
2. Usar la discusión de la clase completa para focalizar en la importancia de entender el problema.	Focalizar en datos importantes, clarificación de procesos.
3. (Opcional) Discusión de la clase completa de posibles estrategias para resolver un problema.	Sonsacar ideas para posibles caminos para solucionar el problema.

DURANTE

4. Observar y preguntar a los estudiantes para determinar dónde están.	Diagnosticar debilidades y fortalezas.
5. Proveer tantas indicaciones como sean necesarias.	Ayudar a los estudiantes a superar obstáculos.
6. Proveer tantas extensiones del problema como sean necesarias.	Retar a los estudiantes que terminan primero a que generalicen la solución.
7. Requerir a los estudiantes que obtengan	Requerir a los estudiantes mirar su

una solución que responda la pregunta del problema.	propio trabajo y estar seguros de que tiene sentido.

DESPUÉS

8. Mostrar y discutir soluciones.	Mostrar y nombrar diferentes estrategias.
9. Referir previamente problemas resueltos o tener extensiones resueltas por estudiantes.	Demostrar aplicabilidad general de las estrategias de solución de problemas.
10. Discutir fracasos especiales, como dibujos.	Mostrar como los fracasos pueden influenciar la aproximación.

En el contexto de esta investigación se plantean las siguientes acciones adicionales:

Antes del proceso: cuando se trata de focalizar en el vocabulario especial, en estos estudiantes esencialmente hay que focalizar en la terminología y en los conceptos matemáticos. En cuanto a focalizar en datos importantes, hay que considerar los explícitos e implícitos al problema, y clarificar los conocimientos previos tanto de conceptos como de procesos y por último comparar con problemas realizados anteriormente o analizar los recursos necesarios para abordarlo.

Después del proceso: hay que discutir todo tipo de representaciones que puedan haber llevado al fracaso del proceso.

Como recomendaciones de aula para los profesores, Schoenfeld (1992), (p. 365) agrega:

- Modelar las conductas de solución de problemas siempre y cuando sea posible, explorar y experimentar junto con los estudiantes.
- Crear una atmósfera de aula en el cual los estudiantes se sientan cómodos intentando expresar sus propias ideas.
- Invitar a los estudiantes a explicar sus pensamientos en todas las etapas de solución de problemas (leer, explorar, analizar, planificar y verificar).
- Apuntar hacia el hecho de que más de una estrategia puede necesitarse para resolver un problema, dado que hay problemas que pueden requerir aproximaciones originales.
- Presentar situaciones problemáticas muy parecidas a la realidad, tanto en variedad como en complejidad, de modo que las experiencias que los estudiantes obtienen en el aula sean transferidas.

En una clase donde se quiere estimar las habilidades para resolver problemas que poseen los estudiantes, el docente debe manejar con propiedad el área de conocimiento de los problemas que plantee, para poder entender y explicar el proceso de aprendizaje del área en cuestión y, en consecuencia, tener variaciones de los problemas, plantear varias vías para resolverlo y hacer las preguntas pertinentes para poder explorar el proceso de solución que sigue el estudiante. Una consecuencia directa de esto es la necesidad de la constante actitud de explorador que debe mantener el docente, buscar nuevos e interesantes problemas, preparar dinámicas par promover la discusión centrada en el conocimiento y no en su autoridad, atender los casos especiales fuera del aula, (quizás las dos horas semanales de consultas que habitualmente se asignan en la FIUCV, sean insuficientes para un proceso de ayuda al reaprendizaje).

Como se pretende buscar estrategias para centrar el saber en el estudiante, se escogieron los modelos de aprendizaje de Charnay (1994) debido a que uno de los puntos que los caracteriza es el referente al rol y el lugar que el docente le asigna al proceso de solución de problemas. Estos modelos son: - el normativo, centrado en el contenido y donde el problema es un criterio de aprendizaje; - el incitativo, centrado en el alumno y donde el problema es un móvil de aprendizaje; - el apropiativo, centrado en la construcción del saber por el alumno y donde el problema es un recurso de aprendizaje. Para las clases de Lenguaje y Métodos de Pensamiento se sugiere seguir el modelo apropiativo. Este modelo se basa en las concepciones existentes en el estudiante, en tomarlas como referencia para mejorarlas, modificarlas o construir nuevas. El docente propone y organiza una serie de situaciones con distintos niveles de dificultad, organiza diferentes etapas de trabajo, organiza la comunicación de la clase; el estudiante ensaya, busca, propone soluciones, las confronta con las de sus compañeros, las discute.; para el modelo apropiativo el problema es un recurso de aprendizaje, el proceso de solución de problemas es una fuente y un criterio de elaboración del saber y se lleva a cabo de la siguiente forma:

$\Rightarrow$ acción; situación-problema (el estudiante busca un procedimiento de solución)

- ⇒ formulación-validación; formulación-confrontación de los procedimientos, puesta a prueba
- ⇒ nueva situación con diferentes obstáculos: nuevos procedimientos, etc.
- ⇒ institucionalización, nueva herramienta, ejercitación, síntesis, problemas: evaluación para el docente y resignificación para el estudiante.

Según Flórez (1994), este modelo corresponde al tipo de enseñanza constructivista, pues ostenta como principio partir de la estructura mental del alumno, y ello implica reconocer no sólo sus ideas y prejuicios sobre un tema, sino inclusive reconoce el nivel de pensamiento lógico que posee el estudiante para propiciarle experiencias que promuevan sus habilidades de pensamiento. Se trata precisamente de que el docente esboce las experiencias educativas pertinentes, de modo que partiendo de lo que el estudiante ya sabe y es capaz de operar cautive su curiosidad intelectual con un buen interrogante, y le suministre las señales apenas suficientes como acicate y orientación para que el estudiante se lance por cuenta propia a la aventura del pensamiento.

Las *características* esenciales de la acción constructivista son básicamente cuatro, (Flórez, 1994):

1. Se apoya en la estructura conceptual de cada estudiante, parte de las ideas y preconceptos que el estudiante trae sobre el tema de la clase.
2. Prevé el cambio conceptual que se espera de la construcción activa del nuevo concepto y su repercusión en la estructura mental.
3. Confronta las ideas y preconceptos afines al tema de enseñanza, con el nuevo concepto científico que se enseña.
4. Aplica el nuevo concepto a situaciones concretas (y lo relaciona con otros conceptos de la estructura cognitiva) con el fin de ampliar su transferencia.

Un listado de *recomendaciones* útiles para el docente constructivista que complementa los principios anteriores podría ser el siguiente (Flórez, 1994):

1. Déjese decir, déjese enseñar por los estudiantes. Déles esa oportunidad.
2. Como dice el proverbio chino, es preferible enseñar a pescar, que entregarle el pescado a los alumnos.
3. Estimule las preguntas. Éstas son tan importantes que no hay que echarlas a perder aferrándose prematuramente a una respuesta.
4. No exprese ni abrigue dudas acerca de la capacidad de los estudiantes para dar con una solución razonable al problema.
5. No les diga: muchachos, estamos atrasados. Cada clase es única, sumérjase en ella y nunca se atrasará en el programa.
6. Concéntrese en pocos conceptos, y profundice en ellos.
7. Nadie experimenta en cabeza ajena, no les ahorre experiencias constructivas a los estudiantes.
8. Relacione el conocimiento con sus aplicaciones.
9. Ayude a que el estudiante utilice intensamente la información conocida, lo que ya sabe sobre el tema.
10. Antes de buscar solucionar un problema, el estudiante debería representárselo lo más completamente posible.
11. La representación se aclara mediante el uso de modelos: verbal, gráfico, matemático...(ojalá aprendiera a diseñar "mapas" conceptuales).
12. A medida que se avanza en la discusión, vuelva a repetir la pregunta para precisar mejor su sentido y sus verdaderas premisas, supuestos y restricciones.
13. Una buena enseñanza tiene tres fases:

a) Los estudiantes expresan, discuten y confrontan lo que saben sobre el tema o la pregunta de la clase.
b) El docente traduce el nuevo concepto científico al lenguaje y saber expresado por ellos.
c) Los estudiantes retoman la iniciativa y abordan directamente el nuevo aporte o concepto científico, buscando acuerdos en la solución a la pregunta inicial.

Se defiende el uso del modelo apropiativo de Charnay y las recomendaciones constructivistas de Flórez por estar convencido de que la única manera existente para que el estudiante sea activo en su proceso de aprendizaje es centrando la enseñanza en él, lo que está íntimamente relacionado con el diseño de materiales instruccionales que permitan mayor libertad de trabajo al estudiante y coloquen al docente en un rol de orientador y de ayudante del aprendizaje. Este es un trabajo que el docente debe valorar y dedicarle tiempo, investigación y discusión con sus colegas.

En esta investigación la comprensión conceptual para resolver un problema se define como "expresar con palabras propias de qué trata el problema, hacer referencia a conocimientos previos relacionados con el tema que trata el problema y explicar cómo se aplica los conceptos en el problema en cuestión". El proceso de solución de problemas puede darse si y sólo si hay comprensión conceptual del tema subyacente al problema, si no, el problema no tiene ningún significado, el estudiante no sabe cómo comenzar, por dónde atacar dicho problema. En una investigación reciente se apoya esta propuesta cuando se sugiere que un factor clave asociado con el nivel de éxito en el logro de las soluciones de los problemas de geometría es el estado de organización del conocimiento base, (Llorente, 1996)(p. 52).

Plantea Skemp (1993), la necesidad de enseñar esquemas a largo plazo que eviten que el aprendizaje se reduzca a memorizar las manipulaciones simbólicas. Para ello, señala, ha de conocerse qué etapas requieren sólo asimilación directa y cuándo es necesaria la acomodación, puesto que en las últimas etapas el ritmo es más lento y el progreso debe ser comprobado más cuidadosamente. La planificación debe hacerse a largo plazo, para adaptar los esquemas tanto a las necesidades futuras como a las presentes. Pero, ¿cuál es el mejor camino a seguir? Plantea: intentar establecer un fundamento bien estructurado de ideas matemáticas básicas, enseñar siempre a buscar estos fundamentos por sí mismos y, enseñar siempre a estar preparados para acomodar los esquemas.

En el área de matemática del Curso Introductorio las ideas por asimilar son las referentes a la naturaleza deductiva de las matemáticas, a los elementos que la conforman y a los métodos de demostración de las proposiciones. Las ideas por acomodar son las referentes al estudio de funciones reales de variable real y, en especial, de los procesos usados por la matemática para resolver los problemas que se plantean (Por ejemplo los conceptos de función, ecuación e inecuación; los procesos de cálculo algebraico, los métodos de demostración, etc.) . A la parte de lógica, base de los métodos de demostración de la matemática, se le da un tercio del tiempo de trabajo y al estudio de funciones los restantes dos tercios.

Los esquemas a largo plazo o llamados organizadores de información tienen como principal función tender un puente entre lo que el estudiante ya sabe y lo que necesita saber antes de que pueda aprender significativamente una tarea en cuestión. Aprender significativamente se define como el proceso que ocurre cuando se relaciona lo que se sabe con las ideas nuevas de una manera no arbitraria y sustancial, lo que quiere decir que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno. Esto presupone tanto una actitud del estudiante para aprender significativamente, es decir, una disposición para relacionar significativamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva; como que el material que será aprendido sea potencialmente significativo para el estudiante, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria y no al pie de la letra. De manera pues, independientemente de cuánto significado potencial sea inherente a la proposición particular, si la intención del estudiante consiste en memorizar arbitraria y literalmente, tanto el proceso de aprendizaje como los resultados del mismo serán mecánicos y carentes de significado. Y, a la inversa, sin importar lo significativa que sea la actitud del estudiante, ni el proceso de aprendizaje ni el resultado del aprendizaje serán posiblemente significativos si la tarea de aprendizaje no lo es potencialmente, y si tampoco es relacionada, intencional y sustancialmente con su estructura cognoscitiva. (Ausubel, Novak, Hanesian, 1991) (p. 48)

Existen tres tipos básicos de aprendizaje significativo: el aprendizaje de representaciones, el aprendizaje de conceptos y el aprendizaje de proposiciones. El primero se ocupa de los significados de símbolos o palabras unitarios y el último de los significados de las ideas expresadas por grupos de palabras combinadas en proposiciones u oraciones. El aprendizaje de conceptos es también muy importante en la adquisición de la materia de estudio, ya que éstos se combinan en forma de oración para constituir proposiciones, involucrando al aprendizaje de proposiciones. En el aprendizaje de proposiciones, la tarea de aprendizaje significativo no consiste en hacerse de lo que representan las palabras, solas o en combinación, sino más bien en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones (Ausubel, Novak, Hanesian, 1991) (p. 53).

Dentro de las investigaciones referentes a aprendizaje significativo existe una categoría referente a los efectos de los organizadores de información en este tipo de aprendizaje. Uno de los organizadores más utilizados actualmente y del cual existen numerosas investigaciones sobre sus efectos en él, son los mapas conceptuales. Un mapa conceptual es un tipo de esquema para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones. Un mapa conceptual es un gráfico formado por elipses donde se ubican los conceptos y por líneas que unen las elipses relacionando de esta manera los conceptos, la relación entre los conceptos se aclara con las palabras-enlace que se escriben en letras minúsculas junto a las líneas de unión. Dos conceptos, junto a las palabras-enlace, forman una proposición. (Ontoria, 1993).

Los tres elementos fundamentales de un mapa conceptual son:

Concepto: se entiende por concepto una regularidad en los acontecimientos o en los objetos, que se designa mediante algún término. (Novak y Gowin, 1988).
Proposición: consta de dos o más conceptos unidos por palabras-enlace para formar una unidad semántica. Es la unidad semántica más pequeña que tiene valor de verdad, puesto que se afirma o niega algo de un concepto.
Palabras-enlace: son las palabras que sirven para unir los conceptos y señalar el tipo de relación existente entre ambos.

Los mapas conceptuales se diferencian de otros esquemas por tres características fundamentales:

Jerarquización: en los mapas conceptuales los conceptos están dispuestos por orden de importancia o de inclusividad; los conceptos más inclusivos ocupan los lugares superiores de la estructura gráfica, los ejemplos se sitúan en último lugar y no se enmarcan. En un mapa conceptual sólo aparece una vez el mismo concepto.

Selección: los mapas constituyen una síntesis o resumen que contiene lo más importante o significativo de un mensaje, tema o texto. Previamente a la construcción del mapa hay que elegir los términos que hagan referencia a los conceptos en los que conviene centrar la atención.

Impacto visual: un mapa conceptual conciso y que muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso, aprovecha la notable capacidad humana para la representación visual. (Ontoria, 1993).

Según Cruz (1994), los mapas conceptuales permiten estructurar el conocimiento matemático orientando la práctica pedagógica a través de un proceso reconstruccionista del conocimiento en cuanto se refiere a contenido (p. 77).

Los mapas conceptuales revelan los significados que se le dan a las ideas matemáticas, y además Fuatai, citado por González (1992), encontró en sus investigaciones con estudiantes de secundaria que después de la instrucción con mapas conceptuales, no sólo obtuvieron mejores puntuaciones en los tests de Matemáticas típicos, sino que aumentó su habilidad para la resolución de problemas matemáticos nuevos. (p. 152).

Contretas (1993), presenta la relación entre mapas conceptuales y resolución de problemas en los siguientes términos:

- El mapa conceptual permite al docente conocer la estructura jerárquica del estudiante en cuanto a los conceptos intervinientes en el problema.

- El mapa conceptual permite la comprensión del texto del problema, y la determinación por el estudiante de los elementos conceptuales significativos.
- El mapa conceptual permite la elaboración por el docente de una estrategia didáctica encaminada a la construcción de una estructura jerárquica adecuada y conducente a unas relaciones más significativas
- El mapa conceptual permite la posibilidad de concebir un plan de "ataque" estructurado y evaluable por el propio estudiante, lo que conducirá a las rectificaciones pertinentes de dicho plan.

Según Ausubel, Novak, Hanesian (1991), la agrupación de conceptos en combinación potencialmente significativas es responsable de la generación y la comprensión de proposiciones, y éstas son descripciones de la realidad que el hombre crea, es por ello que se propone el uso de los mapas conceptuales como organizador de las ideas matemáticas tanto del estudiante como de los autores de libros o de los docentes que imparten la enseñanza. Se sugiere el uso de los mapas conceptuales en tres etapas fundamentales:

- Antes de la lectura, para identificar lo que el estudiante ya sabe del tema y enseñar consecuentemente.

- Durante la lectura, para extraer significado del texto.

- Después de la lectura, para trazar una ruta de aprendizaje y prepararse para los exámenes. (Se puede sugerir a los profesores de matemáticas permitir el uso de éstos en los mismos).

¿Cómo se trabaja en el aula de clase con los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes?

Para Pimm (1987), los tipos de interacciones que suelen darse en las clases de matemáticas y las formas de comunicación que se permiten son:

- Conversaciones de estudiantes por parejas, durante períodos variables de tiempo, esto trae como beneficio que las discusiones posteriores con participación de toda la clase pueden desarrollarse mucho mejor;
- No responder de manera directa a una pregunta, desviándola mediante otra dirigida a los estudiantes acerca de lo que ellos piensan al respecto, o se invita a quien hace la pregunta original a explicar qué ha descubierto hasta ese momento, el beneficio es que la clase se fía menos del docente como fuente de autoridad y tiende a adquirir un juicio y autonomía matemática personales más seguros.
- Uso del silencio, p.e. a continuación del planteamiento de una pregunta se concede a los estudiantes cierto tiempo para pensar, esto trae como beneficio ceder parte del control sobre el canal de comunicación oral.

La propuesta del uso de los Mapas conceptuales relaciona las interacciones estudiante-docente-conocimiento matemático, puesto que las conversaciones entre estudiantes, basadas en conocimiento matemático, pueden ser representadas con un mapa conceptual, las respuestas a preguntas dirigidas al docente pueden ser dadas por un mapa conceptual elaborado por el grupo, el mapa conceptual puede servir de orientador de las reflexiones de los estudiantes cuando se les concede tiempo para pensar y explorar sobre sus ideas matemáticas. Todo esto hace que el conocimiento matemático se convierta en el protagonista de la clase y el docente sirva de medio que utiliza su experiencia para facilitar el acceso a este conocimiento.

Se propone compartir clases de Lenguaje y Métodos de Pensamiento con las de Matemáticas con el propósito de extraer el significado preciso de cada tema de estudio, la aplicación que se le quiere dar y plantear resolver problemas interesantes, retadores en la clase de LMP. La clase de LMP debe buscar aclarar conceptualmente a los estudiantes, mostrándole la esencia del tema de estudio, los conceptos, sus relaciones, los procesos intelectuales necesarios para aplicarlos. Debe proveer espacio para la discusión significativa del conocimiento matemático, el trabajo creador, sólo posible después de expuesto, asimilado y acomodado el conocimiento nuevo.

Par lograr estas metas la clase debe centrarse en el estudiante, permitirle interactuar, ser activo, participar, ello es solamente posible cuando el docente establece las reglas del juego claramente desde el principio, mostrándole al estudiante que debe buscar, explorar y tratar de asimilar y de acomodar el conocimiento por si solo para luego preguntar sobre las dudas que mantenga, también se recomienda otorgar materiales motivantes, retadores y ser un docente que solucione problemas en la práctica, no sólo en la teoría.

La evaluación

El aspecto de la evaluación se considera el más complejo de abordar en un enfoque de aprendizaje cognoscitivo-constructivo, pues los cambios que se van produciendo durante un período escolar en un estudiante no son totalmente tangibles. Primero porque los instrumentos de evaluación, ya sean individual o grupal, generalmente escritos, tareas, pruebas, reportes, proyectos, etc. no muestran el proceso "tal cual" como ocurre. La evaluación oral es poco usada actualmente y además exige una alta inversión de tiempo que el docente venezolano no está en capacidad de afrontar (los cursos suelen ser de 35 a 45 estudiantes). Una modalidad muy utilizada en la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento es la autoevaluación y la coevaluación, la cual ha dado resultados aceptables.

Se insiste en la actividad de evaluación como un momento para revisarse, para hacer un corte en el tiempo, dar un juicio y decidir si hay que mejorar en algún aspecto o proponerse nuevos retos de aprendizaje.

También se considera que el aprendizaje al que da lugar la asignatura no es de evaluación inmediata, el cambio en las estructuras de conocimientos, en las estrategias utilizadas para resolver problemas y en el estado de alerta es un proceso que va más allá de un período escolar. Algunos estudiantes han manifestado la utilidad de la asignatura luego de terminado el semestre, confiesan estar más alerta de lo que hacen, preguntarse constantemente ¿cuál es la meta del problema?, pensar antes de comenzar qué es lo que tienen que hacer y buscar el camino más óptimo (Según entrevista realizada a los estudiantes que conformaron la muestra de esta investigación, dos meses después de terminada la fase de recolección de la información).

Las propuestas concretas en cuanto a los instrumentos de evaluación a utilizar son:

- Tareas que conformen un portafolio para evaluar la adquisición del conocimiento conceptual, a través de la elaboración de mapas conceptuales, y para evaluar el proceso de solución de problemas, a través de problemas con distintas instrucciones y niveles de dificultad y de pequeños proyectos de investigación para tener la posibilidad de resolver problemas más cercanos a la realidad y con un nivel de complejidad más real.

- Pruebas con material de apoyo permitido (guías de la asignatura LMP).

- Reportes de autoevaluación al finalizar cada prueba.

Los materiales instruccionales

En cuanto a cómo diseñar los materiales instruccionales se coincide con Lopes y Costa, (1996) en la afirmación "un currículo centrado en resolución de problemas debe estar basado en una gran variedad de problemas", (p. 46). Y también con Schoenfeld (1992) cuando enfatiza en que se debe ofrecer al estudiante un rango de problemas que vaya desde los abiertos hasta los cerrados y también situaciones exploratorias, conjuntamente con una amplia variedad de aproximaciones y técnicas, dominando desde las aplicaciones lineales de los métodos algorítmicos apropiados para el uso de métodos de aproximación, hasta el uso de estrategias heurísticas de solución de problemas.

Por otra parte los materiales instruccionales tienen que considerar el uso de la tecnología, calculadoras y computadoras específicamente, ya que estos componentes permiten el planteamiento de problemas de más reto, permiten, al no dedicar tanto tiempo a los cálculos, hacer los problemas por más vías y además motivan a los estudiantes a cumplir con la demanda de tarea al sentirse en un ambiente más acorde con el entorno que lo rodea y, en el caso particular de estudiantes de ingeniería, con las necesidades de su profesión.

Las demandas de la tarea en este tipo de materiales con enfoque en el desarrollo de habilidades cognoscitivas deben basarse, según Aguilar (1995), en segmentar la tarea basada en la habilidad, ocuparse de los modelos mentales y la variabilidad en el desempeño, hacer énfasis en la cognición, evaluar el conocimiento en cada trabajo y analizar la experticia.

III.- MARCO METODOLÓGICO

DISEÑO GENERAL DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es del tipo cualitativa etnográfica (Martínez, 1991), ya que pretende describir cómo resuelven problemas matemáticos un grupo específico de personas: los estudiantes de una sección del Curso Introductorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Paralelamente a la investigación de este fenómeno y de sus causas se evaluó cómo se progresa en este proceso y cómo se diseñará la instrucción para ayudar a este proceso.

La idea fue reconstruir teóricamente el proceso de solución de problemas matemáticos basado en la práctica con los estudiantes y en los aportes de las ciencias cognitivas, y utilizarlo como sustento para contribuir con el rediseño de instrucción que se centre en este proceso.

UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis es el proceso de solución de problemas matemáticos llevado a cabo por los estudiantes del CIFIUCV, evaluado éste en un inicio y en progreso para luego contribuir con el rediseño del área Lenguaje y Métodos de Pensamiento.

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Plantean Charles, Lester y O`Daffer (1994), que la evaluación del proceso de solución de problemas considera dos grandes áreas:- Ejecución al usar una variedad de destrezas y estrategias de solución de problemas. - Actitudes y creencias en relación con solución de problemas. Las técnicas que sugieren estos autores para evaluar cómo se progresa en este proceso son:

1.- Observación y entrevistas.
2.- Uso de datos de evaluación dados por el estudiante.
3.- Uso de técnicas de calificación holísticas.
4.- Uso de tests de selección múltiple y de completación.

Por otra parte, estos autores mencionan como factores para decidir una técnica de evaluación los siguientes:

1. Tipo de destreza de solución de problemas o resultado a ser medido.
2. Número de estudiantes a ser evaluados.
3. Tiempo disponible para la evaluación.
4. Experiencia en enseñanza y evaluación en solución de problemas.
5. Cómo se intenta usar los resultados de la evaluación.
6. La disponibilidad de materiales de evaluación.

La evaluación del proceso de solución de problemas matemáticos de los estudiantes del Curso Introductorio de la FIUCV se centró en la ejecución al usar una variedad de destrezas de solución de problemas, como son análisis de los problemas, uso de estrategias (representaciones, establecimiento de submetas, búsqueda de semejanzas y analogías, ensayo y error, etc.), y verificación. Se escogió una sección del Curso Introductorio para hacer la evaluación, con el criterio de que el profesor de matemáticas conozca los objetivos de la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento y tenga experiencia en la incorporación de los mismos en su práctica docente, de tal manera que pueda ayudar a la transferencia. La evaluación se hizo durante un semestre, con una muestra de la sección escogida según su rendimiento en el área de matemáticas (se tomaron estudiantes de alto, medio y bajo rendimiento). La docente, licenciada en educación, mención matemáticas, y especialista en psicología cognitiva, tiene siete años de experiencia en el dictado de la asignatura y en el diseño de actividades de instrucción de la misma, y actualmente es la coordinadora del área. Los resultados de la evaluación fueron utilizados como sustento para aportar sugerencias sobre cómo debe ser la instrucción para ayudar al proceso de solución de problemas matemáticos.

La información se obtuvo utilizando como técnicas básicas las siguientes:

- la observación participante, ya que las clases de Lenguaje y Métodos de Pensamiento tienen una dinámica tipo taller que permite a la investigadora, y a la vez docente del grupo, plantearse la observación como estrategia fundamental para adquirir la información necesaria tanto de los aspectos globales que pueden influir en el proceso como de los detalles; éstas se hicieron en la fase de ejercitación de la clase, es decir, luego de haber planteado los problemas, haberlos resueltos y discutido en grupo;
- las entrevistas semiestructuradas, las cuales fueron programadas en las horas de consulta de la asignatura y tuvieron por objetivo aclarar los aspectos necesarios que no fueron captados en la observación de aula; se hicieron de manera individual o en parejas. Para congelar la información suministrada se utilizó un grabador de audio;
- el portafolio como instrumento de estimación del trabajo estudiantil, éste fue el principal instrumento de evaluación de la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento; se realizaron revisiones periódicas con el objetivo de evaluar el interés, la dedicación y el esfuerzo que hizo el estudiante en cada tema;
- las filmaciones de las clases donde se llevó a cabo el proceso; se hicieron en las últimas semanas de clase para apreciar el progreso en el proceso de solución de problemas y para mantener los hechos congelados.

Sugieren Charles, Lester y O`Daffer, (1994) observar un individuo, un pequeño grupo, o una clase resolviendo problemas y mientras, hacer preguntas evaluativas informales y registrar observaciones.

Algunas de las técnicas específicas que sugieren son:

- Técnicas de observación: Se aprende mucho acerca de la ejecución y de las actitudes de los estudiantes resolviendo problemas simplemente observándolos en una situación de solución de problemas. Primero, es importante que ellos aprendan a no distraerse por la presencia del observador. Si los estudiantes trabajan en pequeños grupos, el observador se puede mover con discreción entre ellos y observar cómo trabajan entre si en un problema dado. Segundo, las observaciones deben ser focalizadas, seleccionar sólo unos pocos estudiantes a la vez para obervarlos, y decidir anticipadamente en cuáles aspectos de su comportamiento resolviendo problemas se concentrará. Finalmente, aun cuando es recomendable tener un plan de observación, es también importante ser lo suficientemente flexible para notar otros comportamientos significativos y preguntar a los estudiantes, si es apropiado, para profundizar en la captación del fenómeno.

Así por ejemplo, una tabla de observación utilizada en esta investigación es la siguiente:

LISTA de OBSERVACIÓN del PROCESO de SOLUCIÓN de PROBLEMAS

Estudiante: ____________________________	Fecha: __________
____ Reconoce los datos	____ todos
	____ los más importantes
	____ algunos
	____ ninguno
____ Reconoce las condiciones	
____ Identifica la meta	
____ Identifica algunas submetas	
____ Recuerda conocimientos previos pertinentes	
____ Explica lo que hace	
____ Plantea una estrategia	
____ Cambia la estrategia	
____ Ensaya desarrollos	
____ Reconoce patrones	
____ Verifica la solución	

- Técnicas de entrevista: Hay diferentes propósitos para hacer preguntas en un salón. Uno es estimular el pensamiento matemático. Otro es ayudar a los estudiantes a resolver problemas. Sin embargo, el propósito de las técnicas de entrevista descritas aquí es ayudar a quien interroga a evaluar las destrezas y actitudes de solución de problemas de los estudiantes. Las preguntas deben tomar algunas de las siguientes formas:

1. ¿Cómo hiciste…? 2. ¿Por qué hiciste…? 3. ¿Qué intentaste…? ¿Cuál fue tu intento…? 4. ¿Cómo sabes que…? 5. ¿Has hecho …?
6. ¿Cómo se te ocurrió…? 7. ¿Cómo decidiste eso…? 8. ¿Puedes describir…?
9. ¿Estás seguro que…? 10. ¿Qué piensas…?

En cuanto al portafolio se escogió esta técnica de evaluación por considerarla la más adecuada para ver el progreso del estudiante en actividades cognitivas. El portafolio es una carpeta donde el estudiante muestra su trabajo de un período escolar. En el portafolio se encuentra la planificación de trabajos, tareas en realización y asignaciones acabadas. El portafolio permite apreciar el progreso que el estudiante ha experimentado; su interés, su esfuerzo y su dedicación a ciertos temas. Los portafolios son un vehículo para mejorar la enseñanza, proveen evidencias de la comprensión y los logros matemáticos. Los estudiantes crean sus propios productos, éstos pueden ser la narración de una experiencia, creación de modelos, gráficos, elaboración de mapas conceptuales que contengan varios temas, etc. El portafolio se convierte en un producto, ayudando a la construcción de ideas nuevas y haciendo conexiones entre varias ideas. (Mumme, citado por Mosquera y Quintero, 1996)

Entre las metas evaluativas de un portafolio sugeridas por Kerr, (1991), se contemplaron: disposición hacia la matemática, crecimiento en comprensión matemática y solución de problemas en grupo. Se le pidió al estudiante que el portafolio contuviera: - Una tabla de contenido. Cada trabajo debe tener un título y la fecha en que fue realizado (no la fecha en que fue entregado). - Ensayos donde se observe la disposición hacia las matemáticas, bien sea con preguntas abiertas o con resúmenes críticos de temas específicos. - Ejercicios y problemas descritos paso a paso su proceso de solución. - Autoevaluaciones. - Coevaluaciones. (Ver anexo 3).

Plantean Rosales, (1981) y Santos, (1993) citados por Varela y Martínez (1997) que el asunto de hacer evaluación de problemas puede plantearse complicado, tanto por la modalidad a elegir como por las variables a escoger para proceder a la corrección de la tarea; ellos siguieron una evaluación formativa, definida como una reflexión crítica sobre todos los momentos y los factores que han intervenido a lo largo del proceso y donde se pretende, fundamentalmente, mejorar los resultados y la racionalidad de la práctica educativa. Se pretende hacer una evaluación válida, fiable y *útil,* con la máxima economía para el individuo que aprende y para el profesor que está intentando contrastar sus hipótesis. (p. 178). Se menciona este aspecto para agregar que a las tareas que conformaron el portafolio se le hicieron observaciones detalladas y específicas acerca del proceso de solución de problemas matemáticos con el propósito de que el estudiante pueda mejorar la tarea si así lo desea.

En cuanto a las grabaciones de video, se filmaron algunas clases para evaluar el progreso de los estudiantes en el proceso de solución de problemas matemáticos, el proceso de modelación de la docente y la interacción con los estudiantes.

Una estrategia útil para evaluar el plan de recolección de la información fue construir una matriz, operativa y eficaz y que permita entender el alcance final de la investigación e incluso sugerir alternativas o fuentes adicionales de información, (LeCompte, 1995). Para efectos de esta investigación se propuso la siguiente matriz:

¿Qué se necesita conocer?	¿Qué datos responderán a esta cuestión?	¿De qué fuentes deben obtenerse los datos?	¿Quién es el responsable de contactar con las fuentes y recoger los datos?
Determinar cómo resuelven problemas matemáticos los estudiantes del CIFIUCV.	Prueba de entrada (Lenguaje y Métodos de Pensamiento). Primeras tareas.	Profesora de Lenguaje y Métodos de Pensamiento	Investigadora.
Progreso en proceso de solución de problemas matemáticos.	Tareas que conformarán un portafolio. Grabaciones de entrevistas y de discusiones en aula.	Profesora de Lenguaje y Métodos de Pensamiento y profesor de Matemáticas.	Investigadora.
¿Cómo se puede contribuir con el rediseño del área de Lenguaje y Métodos de Pensamiento basándose en el proceso de solución de problemas matemáticos llevado a cabo por los estudiantes?	Portafolios estudiantiles. Reportes de planificación de las clases y del desarrollo de las mismas. Grabaciones de las entrevistas y de las clases.	Estudiantes y profesora de Lenguaje y Métodos de Pensamiento.	Investigadora.

IV. ANÁLISIS de la INFORMACIÓN

Como ya se dijo, esta investigación es del tipo cualitativa etnográfica puesto que en ella se pretende describir y evaluar un proceso llevado a cabo por un grupo particular, (Sección 01 del Curso Introductorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, semestre 03/97), donde los aspectos que conforman la realidad estudiada tienen un significado especial para esta situación y no otra. A continuación se menciona los aspectos fundamentales que influyeron en el proceso estudiado (solución de problemas matemáticos).

El curso de Lenguaje y Métodos de Pensamiento del segundo semestre del año 1997, sección 01, estuvo conformado por 31 estudiantes. De los cuales 25 fueron asignados por sus resultados en la Prueba Voluntaria de Aptitud Académica (PVAA) y 6 por actas convenios de la Universidad Central de Venezuela con los gremios de profesores, empleados y obreros. Se hace esta separación por la diferencia de actitud y de ejecución entre el grupo que debe aprobar el curso para ingresar al primer semestre de carrera y el grupo que lo hace voluntariamente pues ya tiene un cupo asignado (caso de estudiantes asignados por actas convenios).

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los estudiantes según la vía de ingreso al Curso Introductorio.
APR: aprobados. REP: reprobados. DES: desertores.

INGRESO	APR	%	REP	%	DES	%
PVAA 25	13	52	2	8	10	40
CONVENIO 6	0	0	1	16,6	5	83,3

El Curso Introductorio de la FIUCV se dicta dos veces al año, en el primer semestre, el cual comienza en el mes de Marzo, los estudiantes generalmente han tenido otra experiencia universitaria, inclusive se encuentran entre ellos graduados de técnico superior, en cambio para la mayoría de los estudiantes del segundo semestre del año, que comúnmente comienza en Octubre, recién graduados de bachiller, su experiencia en el Curso Introductorio suele ser la primera en estudios universitarios, lo que hace que algunos estudiantes cuya vocación y/o motivación no está clara, no asuman la responsabilidad y el reto que ello significa, y en consecuencia, abandonen el curso. Por otra parte, una de las principales razones de mayor deserción en este semestre, observada a lo largo de la historia del Curso Introductorio, es que durante el mismo los estudiantes tienen la oportunidad de volver a presentar la PVAA, cuyos resultados son publicados en la propia Facultad a tan sólo tres días después de la presentación de la misma, y que de resultar el estudiante seleccionado para ingresar en el primer semestre de carrera, suele abandonar el curso (ver anexo 4). Este año en particular, esto ocurrió al término de la octava semana de clase, cuando sólo se había presentado un examen parcial de Matemáticas, asignatura que suele ser la decisiva a la hora de aprobar el curso. De los 10 estudiantes desertores en esta oportunidad, 4 obtuvieron su cupo directo al primer semestre de la carrera al presentar nuevamente la PVAA.

Con el propósito de orientar el área de Lenguaje y Métodos de Pensamiento hacia temas de la matemática que fueran del interés del curso y evaluar el aspecto de disposición hacia la matemática, una de las primeras actividades del área de Lenguaje y Métodos de Pensamiento consistió en escribir un ensayo sobre la matemática aprendida en el bachillerato, y responder a la pregunta ¿qué tema quieres desarrollar y mejorar de la matemática de bachillerato?

Para los estudiantes del CIFIUCV no hay claridad sobre la matemática que aprendieron en el bachillerato, esto se muestra al considerarla simplemente una lista de conceptos y temas sin relación entre ellos, lo que trae como consecuencia desconocimiento del sistema conceptual en que se basa esta área de conocimiento y de sus resultados como son axiomas, teoremas y definiciones. Peor aún es el hecho de desconocer los procesos mentales necesarios para estudiar la matemática, como son análisis, razonamiento, experimentación, etc.; no hay ninguna mención de esto y mucho menos de la aplicación de esta ciencia a la solución de problemas prácticos como los que se plantearán en la carrera de ingeniería. Debido a esto y a que la mayoría de los temas mencionados para desarrollar se estudian en la propia área de Matemáticas del Curso Introductorio (polinomios, ecuaciones, radicación, funciones, trigonometría, logaritmos, etc.) se planteó trabajar en el marco de los contenidos del área de matemáticas del Curso Introductorio.

Como primera asignación se pidió de los tres primeros temas de la guía de estudio utilizada actualmente, cuyo contenido es proposiciones, cuantificadores y funciones proposicionales, y métodos de demostración, realizar un resumen crítico, elaborar un esquema de esta información y resolver uno de los problemas de demostración explicando paso a paso el proceso seguido para realizarla. Para realizar esta actividad se les suministró una guía sobre análisis de textos. (Ver anexo 5)

A continuación se presentan algunos desarrollos representativos del trabajo realizado:

Estudiante A

Problema: Si a y b son enteros positivos y ab es impar, entonces a y b son impares.

Ejecución:

Planteo el teorema en símbolos:
a,b $\in \mathbb{Z}^+$ y ab es impar $\Rightarrow$ a y b son impares

Determino la hipótesis y la tesis del teorema:
H: a,b $\in \mathbb{Z}^+$ y ab es impar
T: a y b son impares

Elijo el método de demostración: por contrarecíproco.
Entonces planteo: $(H \Rightarrow T) \Leftrightarrow (noT \Rightarrow noH)$
Hallo la negación de la hipótesis y la tesis:
noT: a o b no son impares
noH: a o b $\notin \mathbb{Z}^+$ o ab no es impar

Demostración: Supongamos que a no es impar, o sea a=2k, donde k $\in \mathbb{Z}$. Entonces ab=2kb= es par. En resumen ab no es impar.

Estudiante B

Problema: Para demostrar una proposición del tipo (P y Q) $\Rightarrow$ R se demuestra la proposición (P y noR) $\Rightarrow$ noQ. a) Halle la tautología que justifica esto. b) Demuestre que si W es un número racional y Z es un número irracional, entonces W+Z es un número irracional.

Ejecución:

Parte a: (P y Q) $\Rightarrow$ R $\Leftrightarrow$ (P y noR) $\Rightarrow$ noQ
1er paso: como dicen que una proposición se demuestra
con la otra quiere decir que son equivalentes.
2do paso: demuestro si eso es una tautología construyendo la tabla de verdad.
(…se hizo la tabla de verdad…) Sí es tautología.
Parte b:
1er paso: determinar quién es p, q y r.
P: W es un número racional
Q: Z es un número irracional
R: W+Z es un número irracional
2do paso: saber qué voy a demostrar.
(P y Q) $\Rightarrow$ R $\Leftrightarrow$ <u>(P y noR) $\Rightarrow$ noQ</u>
noR: W+Z no es un número irracional
noQ: Z no es un número irracional
(W es un número racional y W+Z no es número irracional)
(W$\in$ R y W+Z $\neq$I)$\Rightarrow$ Z$\notin$I
3er paso: Hacer la demostración
W+Z= R en donde W es racional y R también entonces Z también es racional
Z $\in$ R

Estudiante C

Problema: Existe un polinomio que se anula en 1, 2 y 3.

Ejecución:

H: P(X) es un polinomio
T: P(1)=0 y P(2)=0 y P(3)=0

Demostración

Sea $p(x) = x^3 - 6x^2 + 11x - 6$.

$(x+1)(x+2)(x+3)$

$q(1) = 0$

$q(2) = 0$

$q(3) = 0$

(*)

Propiedad distributiva y obtengo P(X)

(*) Copia textual de las tareas.

Para tener una primera aproximación sobre cómo los estudiantes resuelven problemas matemáticos, se tomaron los resultados de esta primera actividad y de la prueba de entrada de Lenguaje y Métodos de Pensamiento.

Resultados de la primera asignación (tomados de los 31 estudiantes)

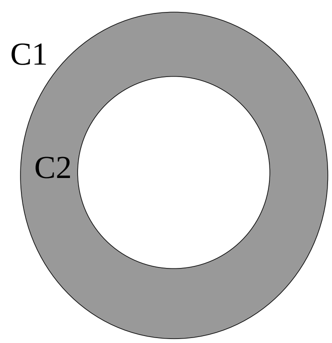
- En cuanto a los resúmenes, presentaron varios tipos: los que conectaron los tres temas analizando el todo y las partes y dándole un enfoque personal y crítico; los que conectaron los tres temas únicamente analizando el texto pero sin crítica; los que analizaron cada tema por separado sin conexión entre ellos; y un caso muy especial: un análisis de la presentación de las ideas del texto mas no del contenido de las mismas.
- En cuanto a los esquemas los tipos observados son: listas de términos sin relación; listas de términos con relaciones (generalmente se usan flechas, llaves para conectarlos); listas de conceptos, procesos y resultados como está en el resumen al final de cada capítulo de la guía de matemáticas; en algunos casos se relacionan en otros no; se observó un esquema donde el proceso central de esta parte, el proceso de demostración, era explicado con los pasos detallados para realizarla.
- Los problemas resueltos muestran explicaciones del proceso como se había exigido, se usan estrategias como representación (problemas que implican conceptos geométricos), y análisis de medios y fines (problemas donde los conocimientos necesarios para resolverlos no están explícitos en el enunciado). Sin embargo en algunos casos las

explicaciones son incompletas, no muestran todos los argumentos utilizados, se suponen algunas operaciones. Se observó imitación de los pasos de la guía de matemática. En algunos problemas hay errores producto de cómo expresarse correctamente en lenguaje matemático (problemas de conjuntos).

La prueba de entrada referente a solución de problemas fue la siguiente:

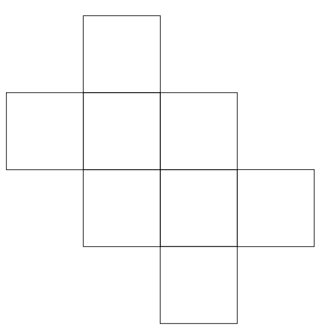
1.- Identifica el estado inicial, el estado final, las operaciones y las restricciones del siguiente problema utilizando alguna estrategia de Solución de Problemas; verifica la solución obtenida.

Sean dos círculos concéntricos C1 y C2 tal como se muestra en la figura, de radio 5 cm y 4 cm respectivamente. ¿Cuál es el área de la región sombreada?



2.- Explica cómo pasas por las etapas de solución de problemas para resolver la siguiente situación:

El área de cada uno de los cuadritos iguales mide 5 cm^2 . ¿Cuál es el perímetro de la figura?



Resultados de la Prueba de Entrada de Lenguaje y Métodos de Pensamiento (Prueba presentada por 31 estudiantes)

Debido a lo discreto de los resultados de la prueba se consideró la siguiente escala:

Todos (100% de la muestra). La mayoría es igual o mayor a 75 %. La mitad es igual a 50%. Una minoría es igual o menor a 25%. Ninguno (0% de la muestra).

- Todos los estudiantes analizaron los problemas correctamente, identificaron la información esencial del problema y la relacionaron con los conceptos necesarios para resolverlo; ubicaron la meta del problema y ejecutaron los pasos para alcanzarla. Sin embargo se presentan algunos casos donde se plantean el problema dado y otro parecido con variantes como proceso de análisis de una supuesta situación única.
- Más de la mitad formuló correctamente los conceptos, aplicaron el concepto de la forma adecuada. Los errores cometidos fueron o de formulación del concepto como tal, o de mala aplicación a la situación problemática, como fue cambio del problema original para aplicar el concepto en su forma más elemental (caso del segundo problema donde la figura se transformó en un rectángulo).
- Todos usaron estrategias como establecimiento de submetas, representación y análisis de medios y fines. Se describieron los pasos dados de manera operativa, se utilizaron los dibujos dados en el problema para completar la representación, y se usaron los conceptos necesarios supuestamente conocidos previamente por estos estudiantes.
- Más de la mitad llegó al resultado. En los que no llegaron se observa un proceso inconcluso, o no escribir la solución de manera explícita.
- Una minoría verificó el resultado. Un estudiante dio como técnica de verificación la estimación de la solución.

De los dos resultados descritos anteriormente se puede obtener lo siguiente:

- En el caso de los problemas que incluyen dibujos y son acerca de conceptos geométricos elementales, se lleva a cabo un proceso espontáneo de análisis. Los conceptos geométricos son bien utilizados.
- Siempre se usa alguna estrategia para resolver problemas. Esta investigación debe buscar cómo mejorar el uso de cada una de ellas (p.e. cómo hacer una excelente representación, determinar qué conceptos y qué procesos son los más efectivos para cada problema, interpretar ensayos y dirigirlos hacia el alcance de la meta del problema, etc.)
- Llegar a la solución del problema es una parte esencial del proceso, hay que preguntarse: ¿qué se considera llegar a la solución?, ¿qué tipo de soluciones dan los estudiantes?, y ¿cuáles de ellas les parece más fácil?.
- Verificar la solución de un problema es una actividad poco común en estos estudiantes, deben planificarse actividades para estimular esta acción y valorar su importancia.
- Se observó una escritura escueta, se obvian pasos, no se concluye, etc., luego se estima que deben planificarse actividades para estimular la elaboración del proceso de solución de problemas por escrito.

Para la evaluación del proceso de solución de problemas matemáticos se tomaron los problemas resueltos o que se intentó resolver, se observó la presencia o ausencia de información que indicara que los estudiantes pasaron por cada una de las etapas del proceso de solución de problemas matemáticos utilizando los siguientes criterios:

CRITERIO	INDICADORES
Análisis del problema	Identificar toda la información necesaria para resolver el problema, tanto los datos del enunciado como los conocimientos previos. Explicar o justificar los procesos utilizados en la expresión escrita. Escribir la conclusión o respuesta específica demandada e interpretarla si es necesario.
Utilización de los conceptos	Aplicar el concepto correctamente y escribirlo textualmente si es necesario.
Uso de estrategias	Ensayar procesos hasta lograr encaminarse hacia la solución.
Llegó a la solución	Escribir la conclusión o respuesta específica demandada e interpretarla si es necesario.
Verificación de la solución	Sustituir valores en ecuaciones o proposiciones originales. Interpretar las soluciones obtenidas. Revisar/leer la ejecución
Precisión del lenguaje utilizado	Utilizar correctamente las notaciones y nomenclaturas universales de la matemática. Convertir correctamente las expresiones en lenguaje natural a símbolos matemáticos
Diferenciación entre lo particular y lo general	Usar pertinentemente los métodos de demostración de una proposición matemática, de manera general o algebraica y de manera particular o aritmética.

Los dos últimos criterios se consideraron inseparables del proceso de solución de problemas matemáticos de estos estudiantes, pues presentaron dificultades con el uso del lenguaje matemático y los métodos de demostración de una proposición matemática.

Dados los criterios de evaluación se escogió una muestra formada por 12 estudiantes (3 de rendimiento alto, 5 de rendimiento medio y 4 de rendimiento bajo, según la ejecución en el primer parcial de Matemáticas) para evaluar el progreso en el proceso de solución de problemas matemáticos. Las clasificaciones, determinadas por los resultados finales en relación con las calificaciones de este parcial en semestres anteriores, se definieron como sigue:

Rendimiento alto (A) indica calificaciones iguales o mayores a 13 puntos en el primer parcial de matemáticas. (Se proyecta como un posible aprobado en el Curso Introductorio).
Rendimiento medio (M) indica calificaciones entre 7 y 12 puntos en el primer parcial de matemáticas. (Puede recuperarse y aprobar el Curso Introductorio).
Rendimiento bajo (B) indica calificaciones iguales o menores a 6 puntos en el primer parcial de matemáticas. (La recuperación es difícil).

Resultados del trabajo con los portafolios

A continuación se presenta el desempeño de cada uno de los estudiantes que conformaron los casos de esta investigación en el portafolio de trabajo. De los doce que conformaron la muestra inicial se mantuvieron hasta el final sólo siete: los tres de alto rendimiento, dos de medio rendimiento y dos de bajo rendimiento. La presentación está hecha en orden decreciente de desempeño.

Estudiante Nº 1:

En la primera tarea asignada explicó cada paso dado para hacer la demostración tal como se le había pedido.

Luego de esto su proceso de solución de problemas muestra las siguientes características: explica lo que va a hacer, identifica los conceptos que utilizará, hace representaciones, concluye (escribe literalmente "hemos concluido que…"); revisa las tareas entregadas y aclara sus errores.

Comenzado el entrenamiento hace todo lo pedido: identifica la estructura del problema, la estrategia que sigue para alcanzar la solución, verifica sus respuestas. Como técnica de verificación muestra comparación de la solución obtenida con el enunciado del problema, dice haber revisado paso a paso con cuidado y que llegó a la meta solicitada. En los problemas de estudio completo de funciones verifica cada paso realizado.

Estudiante Nº 2:

En la primera tarea asignada usó una representación para hacer la demostración (involucraba conceptos geométricos), obvió algunos pasos del razonamiento, parece suficiente la representación hecha para dar la demostración.

Usa el método de la guía para hacer las demostraciones (dos columnas, una para las proposiciones y la otra para explicar la proposición escrita), identifica los conceptos utilizados.

En principio no identifica la estructura de los problemas, mas sí las estrategias las cuales suelen ser las más pertinentes, a veces explica cómo usar las estrategias; verifica sus respuestas usando argumentos esenciales de la matemática, bien sea usando otros resultados para justificar su respuesta, usando otro proceso, comparando estudio analítico con representación cartesiana, etc.

Estudiante Nº 3:

En la primera tarea asignada imitó los pasos de la guía (dos columnas, una para proposición, otra para explicación).

En general resuelve los problemas y luego es que los analiza y dice que estrategia utilizó para resolverlos; no verifica; a veces su análisis es incompleto, no se toma toda la información esencial y no se logra la meta exacta.

De cuatro problemas que generalmente se le asignan, uno es un caso obvio.

Estudiante Nº 4:

En la primera tarea asignada no resolvió el problema pedido.

No entregó el reporte final para hacerle la evaluación.

Estudiante Nº 5:

En la primera tarea asignada presentó confusión con el lenguaje matemático. Hay argumentos implícitos en sus demostraciones.

En su conjunto de tareas analiza los problemas, identifica la estrategia utilizada. Se planteó un problema donde identificó claramente la meta pero sus proceso de solución no es consecuente con esa meta; reconoce los conocimientos previos necesarios para resolver los problemas.
De cuatro problemas que generalmente se le asignan, repite uno hecho en clase. Tiene confusiones con la notación matemática.

Estudiante Nº 8:

En la primera tarea asignada no resolvió el problema pedido.

No entregó el reporte final para hacerle la evaluación.

Estudiante Nº 11:

En la primera tarea asignada se muestra argumentación implícita.

En general resuelve los problemas y luego es que los analiza y los planifica; el análisis posterior es erróneo, omite información esencial, no compara análisis algebraico y representación cartesiana; no explica lo que hace; no verifica; muestra imprecisiones en el lenguaje, presenta errores en notación de intervalos.

Repite problemas hechos en clase.

De estos resultados se interpreta lo siguiente:

En cuanto a los estudiantes de alto rendimiento, éstos realizan el análisis de los problemas de manera implícita o explícita, implícita porque aunque no identifiquen la estructura del problema como se les exige su implementación muestra que hubo análisis de la situación. Identifican y usan los conceptos involucrados con el problema. Llegan a las soluciones y las verifican bien sea explicando su propio proceso o justificando con argumentos de la propia matemática. Por ejemplo en el estudio completo de funciones la estudiante Nº 1 verificó cada submeta alcanzada mientras que el estudiante Nº 2 comparó su estudio analítico con la gráfica que obtuvo como resultado.

Los estudiante de rendimiento medio analizan los problemas, identifican los conceptos, usan estrategias pero las técnicas de verificación que mencionan son generales y poco efectivas (llegué a la meta y cumplí con las condiciones).

En cuanto a los estudiantes de bajo rendimiento presentan un análisis erróneo, no verifican sus respuestas y tienen una baja ejecución del lenguaje matemático.

El uso de los portafolios mostró bajo nivel de aceptación de retos, se hacían estrictamente las tareas asignadas por la docente y, generalmente, cuando se daba libertad de escoger los problemas a resolver se hacían los ya resueltos por el profesor de matemáticas o por la misma profesora de Lenguaje y Métodos de Pensamiento en alguna clase u hora de consulta.

Las asignaciones entregadas fueron únicamente las acabadas, nadie entregó planes de trabajo o tareas en proceso de realización. Los productos entregados fueron estrictamente los exigidos (básicamente problemas resueltos y mapas conceptuales). Esto es coherente con los comentarios hechos en las entrevistas sobre la consideración de las tareas como excesivas.

Las tareas de Lenguaje y Métodos de Pensamiento eran referidas a procesos intelectuales. Éstas tareas se asignaron después de visto el tema en el área de Matemáticas. Esto también determinó el trabajo en los portafolios y exigió programar las asignaciones conjuntamente con el profesor de matemáticas.

Resultados de las observaciones, entrevistas y filmaciones

En la primera parte del semestre (6 semanas) los objetivos de las áreas son:

AREA	OBJETIVO GENERAL
Matemáticas	Realizar demostraciones de proposiciones matemáticas utilizando diferentes métodos.
Lenguaje y Métodos de Pensamiento	Tomar conciencia del proceso de lectura y de solución de problemas.

<u>Observaciones de las clases de Lenguaje y Métodos de Pensamiento</u>: los estudiantes buscan un algoritmo para realizar las demostraciones. Plantean los siguientes obstáculos:

- No se sabe cómo comenzar, cuál debe ser el primer paso.
- Asombro por el planteamiento de demostraciones de cualquier tema y la necesidad de manejar los conocimientos requeridos (p. e. forma general de un número impar).
- No se respetan los signos de agrupación y por lo tanto no se sabe qué hacer para comenzar a hacer una tabla de verdad.

- Desconocimiento de las tautologías elementales.
- No saber cómo relacionar las tautologías con las demostraciones solicitadas.

Actividades en la clase de Lenguaje y Métodos de Pensamiento:

- Análisis del proceso de demostración. Se discutió un algoritmo y se planteó qué conceptos, qué resultados y qué procesos de la matemática eran necesarios para realizar las demostraciones.

- Elaboración de esquemas. (Introducción a mapas conceptuales). Se buscaba analizar el tema relacionando todos sus conceptos . Se entregó una guía para realizar los mapas conceptuales (ver anexo 6)

- Resolver problemas tipo examen en las vísperas de éste.

Observaciones de las clases de Matemáticas: la dinámica de la clase de matemáticas es la siguiente: El profesor demanda leer una sección de la guía de estudio y traer dudas planteadas a la clase. La actitud de los estudiantes en general es bastante pasiva, cuando el profesor pregunta ¿cuáles son las dudas existentes?, la respuesta casi unísona es "Haga el ejercicio tal". Las pocas intervenciones hechas muestran poca comprensión de la teoría y de los procesos que lleva a cabo el profesor en la exposición de los ejercicios demandados. Se supone que la razón de esto es poca dedicación a la lectura y a la resolución de los problemas previamente a la clase.

Los estudiantes que conforman la muestra al ser entrevistados manifiestan "entender lo que leen" y cuando se enfrentan a los problemas no tienen ni idea por donde comenzar. También confiesan entender los problemas que resuelve el profesor en las clases pero insisten en que no saben como enfrentarse por si solos a los problemas. Las tareas asignadas durante este período fueron de manera general muy bien hechas, lo que se interpreta como que al autoescoger los problemas a resolver y esquematizar las ideas, no hay mayores dificultades. Los problemas escogidos suelen ser de fácil resolución o problemas resueltos en clase por el profesor.

En la segunda parte del semestre (6 semanas) los objetivos de las áreas son:

AREA	OBJETIVO GENERAL
Matemáticas	Estudiar funciones polinómicas.
Lenguaje y Métodos de Pensamiento	Desarrollar habilidades cognitivas para mejorar la comprensión lectora y el proceso de solución de problemas.

Luego del primer parcial de matemáticas se exigió hacer una autoevaluación que incluyera presentar un plan de estudio.

La estrategia general de trabajo de aquí en adelante consistió en exigir un mapa conceptual por cada tema estudiado (propiedades de las funciones, funciones afines, funciones cuadráticas, funciones polinómicas de grado mayor que tres, funciones racionales, funciones trigonométricas, funciones exponenciales y logarítmicas) y, en algunos casos, un mapa que juntara varios temas, por ejemplo el de funciones polinómicas en general para compararlas entre ellas, de manera de propiciar un análisis del contenido del cual se trataran los problemas. También se exigió problemas resueltos explicando paso a paso los procesos llevados a cabo. Adicionalmente se sugirió presentar otros problemas donde se presentaran dificultades o donde se quería enfatizar el estudio.

<u>Observaciones de las clases de Lenguaje y Métodos de Pensamiento</u>: los estudiantes manifiestan más seguridad al trabajar con estudio de funciones reales ya que tienen más conocimientos que pueden relacionar con este tema. Plantean los siguientes obstáculos:

- Baja ejecución en cálculo algebraico.

- Poco uso de la notación de intervalos y su relación con las inecuaciones.

Actividades en la clase de Lenguaje y Métodos de Pensamiento:

Discusión sobre análisis de los problemas.

Exploración sobre estrategias de búsqueda de solución de problemas utilizadas y estrategias de verificación.

Entrenamiento en uso de estrategias específicas y en técnicas de verificación en problemas específicos de matemáticas. (Ver anexo 7)

Elaboración de ensayo sobre dificultades encontradas en el estudio de las funciones polinómicas.

En cuanto a técnicas de verificación los estudiantes propusieron: - contestar justo lo que se pide, en algunos casos se da como respuesta algo no solicitado por el problema; - respetar las condiciones del problema, seguir el proceso en el marco que da el problema y no en ningún otro no es siempre tarea clara para los estudiantes.

Observaciones de las clases de Matemáticas : el profesor de matemáticas insiste en mostrar diferentes caminos de resolver los problemas, invita a los estudiantes a participar, a escribir sus procedimientos en el pizarrón y a discutirlos públicamente, los estudiantes intentan participar. Una estrategia utilizada por el profesor es exigir tareas donde se resuelva un problema del que se esté seguro, resolver un problema donde se tengan dudas, y determinar problemas que no se sepan resolver. Esto ha dado pie para discutir aspectos importantes del proceso de aprendizaje como son ¿la extensión de la respuesta de un problema es única, hay un camino óptimo?, ¿es posible no saber resolver ningún problema o hay otra variable afectiva interviniendo (por ejemplo baja dedicación al trabajo)?.

Los estudiantes que conforman la muestra al ser entrevistados expresan haber escogido problemas fáciles para las tareas, no sabían cómo escoger la estrategia, las escribieron y tomaron la más conveniente para cada problema (p.e. representación para graficación de funciones). Dicen que siempre discutían con su grupo de trabajo cuál utilizar, uno en particular dijo que uno de sus compañeros planteó mezclar las estrategias de manera libre, fuera de un patrón particular. Uno de los estudiantes de la muestra (Nº 4) interpretó la manera libre como "sin analizar, ni plantearse una estrategia, lo hago así porque sí y me sale, ya, listo". Un grupo expresó no saber cómo usar análisis de medios y fines, dicen "teníamos muchos medios y no sabíamos cuál era el que nos servía en verdad". El estudiante Nº 4 dijo haber estudiado la estrategia de uso de conocimientos previos en el colegio.

Se les preguntó ¿Cuándo han tenido dificultad con un problema han usado conscientemente el análisis? ¿qué han hecho?

Estudiante Nº 4: No, yo le doy hasta que me salga o hasta que llegue a un resultado que para mí sea el correcto.

Otro del grupo (1): Yo analizo pero no busco que si estado inicial, estrategia…

Estudiante Nº 1: Comparo con lo que sé, con lo que he hecho.

Otro del grupo (2): Yo comparo con ejercicios anteriores.

En la tercera parte del semestre (5 semanas) los objetivos de las áreas son:

AREA	OBJETIVO GENERAL
Matemáticas	Estudiar funciones trigonométricas, exponenciales y logarítmicas.
Lenguaje y Métodos de Pensamiento	Estimular el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva por parte del estudiante, de modo que éste pueda dirigir y supervisar su proceso de aprendizaje.

Observaciones de las clases de Lenguaje y Métodos de Pensamiento: en esta última parte se insistió en el uso consciente de los procesos de solución de problemas, en cada una de sus etapas.

Actividades en la clase de Lenguaje y Métodos de Pensamiento:

Discusión de problemas de temas específicos. (Ver anexo 8)

Observación, filmación y discusión del proceso de solución de problemas matemáticos.

Observaciones de las clases de Matemáticas : Se realizaron algunas sesiones de trabajo donde se exigía traer preparado un resumen de la teoría, luego en tríos discutir algunos problemas (ver anexo 9) asignados a cada grupo, y por último hacer una defensa pública del proceso de solución de los problemas ante el resto del grupo. Estas sesiones fueron filmadas y observadas posteriormente con los estudiantes con el propósito de discutir la ejecución de la tarea.

Los estudiantes que conforman la muestra al ser entrevistados expresan que en la trigonometría “hay muchas fórmulas y mil procedimientos, puedes irte por mil caminos y entonces uno se confunde; a veces aplico una cosa y no sé si voy a llegar a la meta, tengo que estar probando si sirve o no”. Se confundían con la búsqueda de estrategias, entonces “lo hacíamos y después identificábamos la estrategia usada”. Usaban conocimientos previos del bachillerato. Comparaban con lo que sabían y con problemas anteriores.

En las grabaciones de video se observa una vez más el uso de estrategias para resolver los problemas, el uso del círculo trigonométrico para hallar los valores de las funciones trigonométricas y para resolver ecuaciones trigonométricas. En los problemas de aplicaciones de la trigonometría, generalmente de aplicación de la ley del seno o del coseno, también se usa la representación de la situación, la dificultad en este tipo de problemas está comúnmente en reconocer las condiciones necesarias para aplicar la ley del seno, pues se confunde si aplicar la definición de seno usada en el bachillerato, la cual se basa en el triángulo rectángulo, o aplicar de la ley del seno. (Estudiantes Nº 1 y Nº 11).

El estudiante Nº 3 resuelve un problema de graficación de la suma de dos funciones trigonométricas, sen (x+1) + cos (x+1) y se observa lo siguiente:

El estudiante grafica sen(x), luego cos (x) y dice sen(x+1) = cos (x), porque sen (Π/2) = 1. Se plantea hallar primero el período. La docente le pide buscar semejanzas con el problema hecho en la clase pasada sen(x)+ cos (x). El estudiante no sabe qué hacer, elabora una tabla de valores y no sabe qué hacer con x+1.

Este estudiante manifestó haber estudiado muy poca trigonometría en el bachillerato pues estudió de noche en un parasistema, lo que explica su poca comprensión de lo que hace para resolver este tipo de problemas, como es el caso de plantear que sen(x+1) = cos (x), sin embargo él usa las estrategias sugeridas en la clase de Matemáticas, dibujar cada una de las funciones primarias involucradas y luego, apoyándose en una tabla de valores, desplazar la curva.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se considera que los objetivos de esta investigación fueron logrados pues se obtuvo una *descripción del proceso de solución de problemas matemáticos* llevado a cabo por los estudiantes del CIFIUCV, se hizo una *evaluación* del proceso y se dan a continuación algunas recomendaciones para *contribuir con el diseño instruccional* de la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento.

Los resultados de la **evaluación del proceso de solución de problemas matemáticos** arrojaron lo siguiente:

La acción de **analizar un problema** presenta dos dificultades fundamentales para estos estudiantes: en la primera parte de la asignatura de Matemáticas, referente a proposiciones, funciones proposicionales y métodos de demostración, hay un gran desconocimiento de los aspectos esenciales de la teoría matemática que están involucrados en el problema y, por consiguiente, no pueden ser identificados y no se puede comenzar a resolver el problema. Ello se muestra en la manifestación de entender lo que se les expone mas no poder realizar los problemas por si solos, y en exigir un algoritmo para realizar las demostraciones. Una de las explicaciones dadas a este hecho es el no reconocer "un proceso", como lo es el de demostración, como la meta de un problema (Serres, 1992) y buscar un resultado numérico, gráfico o de otro tipo. La otra dificultad es en lo referente al estudio de funciones reales, donde se plantea otro enfoque distinto al del bachillerato. Fundamentalmente el nuevo enfoque exige una gran conexión de los conocimientos adquiridos a lo largo del bachillerato y una búsqueda permanente de la interpretación geométrica, a mayor información los estudiantes manifiestan más dificultades para relacionar el todo con las partes, y por ser la matemática una ciencia altamente estructurada un error de análisis puede llevar a fracasar un intento de resolver un problema; por ejemplo, el mencionado caso de la notación de intervalos y la resolución de inecuaciones, si no se usa correctamente la notación de intervalos, la solución presentada es equivocada y casi nunca se busca dar la solución de la inecuación usando otra notación distinta a ésta.

El **uso de estrategias** es una acción natural en estos estudiantes, se usan estrategias como representación, establecimiento de submetas, búsqueda de semejanzas y analogías, análisis de medios y fines y ensayo y error; durante el semestre se observó este hábito permanentemente y consistentemente con el tema tratado.

Llegar a la solución de un problema y verificarla es una etapa que depende mucho de otro factor importante en el proceso de solución de problemas: el factor afectivo. En esta investigación se observó como los estudiantes de alto rendimiento bajaban su ejecución en esta etapa dando como argumento menos dedicación a la asignatura por haber acumulado los puntos para obtener una nota aprobatoria. En general en ninguno de los estudiantes se percibe la necesidad de estar seguro del trabajo realizado, de leer lo que se escribe, de revisar las cuentas, de presentar un trabajo que satisfaga tanto a él mismo como al evaluador.

El **uso del lenguaje matemático y la diferenciación entre lo particular y lo general** fueron los criterios de evaluación que resultaron de mayor progreso en esta investigación y ello se interpreta como un logro de las asignaturas al ser persistentes en la necesidad de escribir matemática correctamente y de usar los métodos de trabajo propios de la matemática.

Otros factores influyentes en el proceso de solución de problemas matemáticos fueron:

- El factor afectivo, se observó que a medida que avanzaba el semestre la dedicación a la asignatura disminuía, dando como causa el exceso de tareas en todas las asignaturas del curso y el dedicarse a las asignaturas donde se dudaba aprobar. Esto trae como consecuencia directa para el proceso de solución de problemas matemáticos, el llegar a menos soluciones aceptadas. Se resuelve el problema general: Aprobar el Curso Introductorio, meta de corto plazo, pero la meta a largo plazo, aprender matemáticas es abandonada.

- El factor de gerencia del aprendizaje, cuyo indicador fundamental es el uso del tiempo, muestra en esta investigación que la dedicación al proceso de aprendizaje, en particular a resolver problemas matemáticos, era generalmente puntual y para presentar los exámenes, y no la dedicación continua que exige un proceso de aprendizaje significativo. Esto se considera natural en estos estudiantes que son producto de un sistema educativo donde la exigencia es llegar a la mitad de lo necesario para poder pasar a un nivel superior y, lo que trae como grave consecuencia islas de conocimiento que al exigir ser relacionadas entran en conflicto.

Como **contribuciones al Diseño Instruccional** se recomienda:

Para Lenguaje y Métodos de Pensamiento el reto está en:

Desarrollar la habilidad de análisis como medio para abstraerse del contenido y centrarse en las estructuras del lenguaje matemático, por ejemplo las tablas de verdad son realizadas sin mayores dificultades.

Desarrollar la habilidad de comparación en el marco del proceso de estudio de funciones reales donde se debe estimular el contraste entre el estudio analítico y la gráfica de la función.

Ayudar a mejorar la base conceptual necesaria para resolver los problemas, debe haber más conexión entre distintos temas, por ejemplo entre funciones afines, cuadráticas, de grado mayor que tres; deben diseñarse estrategias para ayudar a los estudiantes a adquirir el conocimiento conceptual. Se utilizaron los mapas conceptuales apreciándose un aprendizaje más significativo, como lo revelan otros estudios (Cruz, 1994). Esta base hará que los estudiantes puedan analizar los problemas con mayor propiedad pues si hay una dificultad conceptual, difícilmente se analiza y se razona desde conceptos previos relacionados con el problema específico. Esta afirmación la apoyan otras investigaciones (Llorente, 1996; Fuatai, citado por González ,1992)

Ayudar a los estudiantes a desarrollar precisión tanto en presentaciones escritas como en orales; esto puede hacerse a través de la realización de actividades de comprobación de lectura, tipo cuestionarios donde se solicite identificar e interpretar información, resúmenes críticos de la teoría estudiada, explicaciones de los procesos de resolución de los problemas que se hacen, etc.

Se deben **diseñar estrategias** para mostrar la importancia de la **verificación** de las soluciones dadas a los problemas, de la seguridad que debe tenerse cuando se resuelve un problema. El dedicarle tiempo a esta etapa es una costumbre que debe modelarse permanentemente:

- En la **lectura** del problema, si es necesario debe solicitarse la lectura en voz alta y preguntar si hay alguna duda acerca de lo que pide el problema, en este momento se puede estimar la solución.
- En el **análisis**, cuando se busca la información esencial dada por el propio problema y se relaciona con la teoría matemática necesaria para abordar ese problema en particular; analizar el problema antes de comenzar a resolverlo es una estrategia en la que hay que insistir.
- En el **planteamiento de estrategias**, preguntar por qué esa estrategia es la mejor para resolver ese problema en particular.
- Llegar a la solución, e interpretar ésta
- Y, por último, en cuanto a la escritura del problema.

En cuanto a los **materiales instruccionales** hay que elaborar un banco de problemas y de proyectos conjuntamente con los profesores de matemáticas incorporando el uso de la tecnología y actividades hechas por los estudiantes. Estos problemas y proyectos contextualizados a la sociedad venezolana servirán para realizar modelos matemáticos a pequeña escala y así preparase para las futuras demandas de la profesión de ingeniería.

El **uso de los portafolios** como instrumento de evaluación dio como resultado lo siguiente:

En cuanto a la **disposición hacia la matemática** se observó una tendencia hacia repetir problemas y presentar problemas de fácil resolución, medianamente marcada, esto se puede interpretar como baja disposición hacia la asignatura pero considerando el contexto del sistema educativo venezolano, que, como se dijo antes, exige la mitad de lo necesario, es hasta natural una disposición baja hacia el aprendizaje como único motor de motivación.

En cuanto a **crecimiento en comprensión matemática y solución de problemas en grupo**, los estudiantes de alto rendimiento mostraron resúmenes de los resultados matemáticos necesarios para abordar el estudio, presentaron todos sus mapas conceptuales y éstos poseen mayor número de conceptos y de relaciones entre éstos, explican más detalladamente su proceso de solución de los problemas, presentan tanto argumentos propiamente cognitivos como argumentos matemáticos para verificar sus soluciones. En cuanto a si trabajan en grupo la muestra tomada en esta investigación de estudiantes de alto rendimiento fue si se quiere bastante distinta: uno de los estudiantes habitualmente trabajaba en grupo y manifestó asistir a reuniones de estudio con sus compañeros; el segundo era tímido, no participaba abiertamente en clases, sólo si se le pedía directamente, no manifestó estudiar en grupo y además fue muy difícil poder entrevistarlo, afortunadamente presentaba las tareas muy detalladas lo que permitió una evaluación más profunda de su trabajo escrito; el tercer estudiante estudiaba algunas veces en grupo, era un estudiante de edad muy superior al promedio de sus compañeros y con responsabilidades laborales y familiares que hacían percibir mayor seriedad en él, lo que se tradujo en preocupación por aclarar sus dudas, asistencia a todas las citas a que se convocó, y mejoras en su trabajo a lo largo del semestre. Los estudiantes de rendimiento medio se limitaron a entregar las tareas que se les exigían, analizaban los problemas, usaban estrategias pero su proceso se mostraba repetitivo y con poco aporte personal. De los estudiantes de rendimiento bajo sólo el que logró aprobar la asignatura mostró ser sistemático en la entrega de las tareas exigidas, el otro que permaneció hasta el final del semestre ni siquiera en la etapa final del semestre presentó las tareas solicitadas.

Se recomienda:

- Promover las actividades de comprensión conceptual, específicamente la elaboración de mapas conceptuales, paralelamente al proceso de solución de problemas pues debe estimularse el paso de la teoría a la práctica y de la práctica a la teoría de manera consciente.

- Promover el trabajo grupal en el aula de clases con roles definidos por cada miembro del grupo (director del debate, secretario, ejecutantes del problema) y discutir los resultados de la actividad tanto a lo referente al conocimiento matemático como tal como a la estrategia de trabajo. Se debe profundizar el análisis del proceso de aprendizaje de las matemáticas, de cuáles son sus indicadores, de las estrategias de aprendizaje y de cómo autoevaluarse.

De manera general se recomienda lo siguiente:

- Una vez que el estudiante entra al Curso Introductorio realizar un diagnóstico más preciso de sus conocimientos previos, tanto a nivel conceptual, de resultados como de procesos. Actualmente se hace a través de una prueba de entrada pero ésta sólo evalúa cómo los estudiantes resuelven problemas de manera general, los problemas no tienen un contenido específico ni significativo para su aprendizaje.

- Hay que hacer esfuerzos en concientizar a los profesores de educación media, diversificada y profesional de la gravedad sobre las deficiencias tanto conceptuales como procedimentales que muestran los estudiantes al entrar en las universidades y promover organizarse para discutir la situación y plantear soluciones que abarquen el currículo, la formación de docentes, la práctica docente y la investigación educativa.

A partir de estas conclusiones quedan otras interrogantes a ser respondidas en futuras investigaciones sobre el proceso de solución de problemas matemáticos como son:

a) ¿Cuáles y cómo deben ser las indicaciones en la fase de análisis de los problemas?; ¿Cómo afecta esto el desarrollo de las habilidades cognitivas de los estudiantes?
b) ¿Cómo el docente puede ayudar a sentir seguridad del trabajo matemático realizado, qué tipo de observaciones debe hacer para ayudar al proceso constructivista del aprendizaje?
c) ¿Cómo trabajarán los estudiantes con problemas contextualizados y en los cuales la exigencia sea mayor?.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, J. (1989). *El diseño de instrucción en la planificación de la enseñanza*. (Mimeografiado). Caracas: Universidad Simón Bolívar, pp. 1-19.

Aguilar, J. (1995). *Desarrollo y diseño instruccional para el próximo milenio: Un enfoque.* Trabajo para ascender a la categoría de asociado. Caracas: Universidad Simón Bolívar. Departamento de Ciencias Sociales.

Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1991). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo.* México: Trillas.

Charles, R., Lester, F., O`Daffer, P. (1994). *How to evaluate progress in problem solving*, National Council of Teachers of Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Charnay, R. (1994). Aprender (por medio de) la resolución de problemas. En Cecilia Parra e Irma Saiz (Comps.) *Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones.* (pp. 51-63). Buenos Aires: Paidós Educador.

Contretas, L. (1993). Mapas conceptuales y resolución de problemas. *Investigación en la Escuela,* 19, 79-87.

Cruz, C. (1994). *Evaluación del desempeño estudiantil en matemáticas a nivel superior mediante mapas conceptuales y diagramas de Gowin.* Tesis de maestría en Educación. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación.

Cruz, C., Itriago, M. (1997). Entrevistas. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería.

Ertmer, P., Newby, T. (1993). Conductismo, Cognoscitivismo y Constructivismo: Una comparación de sus aspectos críticos desde la perspectiva del Diseño de Instrucción. *Performance Improvement Quarterly*. 6(4), 50-72. (Traducción al castellano: Nora Ferstadt y Mario Szczurek).

Flórez, R. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Santa Fé de Bogotá: McGrawHill.

González, F. (1992). Los mapas conceptuales de J. D. Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de la Ciencia,* 10(2), 148-158.

Kerr, J. (1991) (Ed.) *MATHEMATICS ASSESSMENT. Myths, Models, Good Questions, and Practical Suggestions*, National Council of Teachers of Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

LeCompte, M. (1995). Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas. *Revista electrónica de Investigación y Evaluación Educativa,* 1(1).

Lenguaje y Métodos de Pensamiento. (1997). Programa. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Lester, F. (1994). Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994. *Journal for Research in Mathematics Education,* 25(6), 660-675.

Llorente, F. (1996). *Autoexplicaciones y resolución de problemas de geometría en estudiantes de alto y bajo rendimiento*. Tesis de maestría en Psicología de la Instrucción. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación.

Lopes, B., Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las Ciencias,* 14(1), 45-61.

Martínez, M. (1991). *La investigación cualitativa etnográfica en educación*. Caracas: Texto.

Mosquera, J., Quintero I. (1996). Evaluación por portafolios en Matemáticas. *Evaluación de los aprendizajes*. Selección de lecturas. Trabajo no publicado. Caracas: Universidad Nacional Abierta.

Novak, J., Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender.* Barcelona: Martínez Roca.

Ontoria, A. (1993). *Mapas Conceptuales. Una técnica para aprender.* Madrid: Narcea.

Perales, F. J. (1993).La Resolución de Problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias,* 11(2), 170-178.

Pimm,D.(1990). *El lenguaje matemático en el aula*. Madrid: Morata.

Romero, E. (1997). Resumen del informe de la asesoría realizada en la materia: Lenguaje y Métodos de Pensamiento. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación.

Salcedo, H. (1995). La Evaluación integrativo-adaptativa: Fundamentos y Método. *Cuadernos de Postgrado*. 10. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación. Comisión de Estudios de Postgrado.

Santos, L. (1996). Análisis de algunos métodos que emplean los estudiantes al resolver problemas matemáticos con varias formas de solución. *Educación Matemática,* 8(2), 57-69.

Schoenfeld, A. (1983). Episodes and executive decisions in mathematical problem solving. *Acquisition of mathematics Concepts and Processes.* New York: Academic Press.

Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.

Skemp, R. (1993). *Psicología del aprendizaje de las matemáticas.* Madrid: Morata.

Serres, Y. (1992). *Algunas palabras claves y su influencia en la comprensión y solución de problemas matemáticos*. Tesis de grado en Educación, mención matemáticas. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación.

Varela, M., Martínez, M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias,* 15(2), 173-188.

Wittrock, M. (1989). *La investigación de la enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós.

ANEXOS

ANEXO 1

U.C.V. FAC. DE INGENIERÍA. CICLO BÁSICO. CURSO INTRODUCTORIO 2/97 ÁREA: LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO

P R O G R A M A

1.- PROPÓSITOS

El área Lenguaje y métodos de pensamiento está dirigida a:

1.1 Ayudar al estudiante a desarrollar habilidades de búsqueda, investigación y producción de conocimientos.

1.2 Proporcionar información y experiencias de aprendizaje para que el estudiante explore y evalúe su nivel de habilidades para el estudio de las otras áreas del Curso Introductorio.

1.3 Estimular el desarrollo de una actitud crítica y reflexiva por parte del estudiante, de modo que éste pueda dirigir y supervisar su proceso de aprendizaje.

2.- CONTENIDO

2.1 Estudio de algunos directores de atención como prerequisito para el desarrollo de habilidades de lectura, escritura y solución de problemas:

a) Análisis (estructural, funcional, de clasificación y operacional)
b) Comparación
c) Inferencia
d) Propósitos, metas y objetivos.

2.2 Lectura

a) Estudio del texto: Propósito, apariencia, organización, estructuras retóricas.
b) Técnicas de lectura: exploratoria, específica, de interpretación, organización y recuperación de información (mapas conceptuales).

2.3 Solución de problemas

a) Conceptualización de problemas.
b) Estudio de las estrategias de representación, submetas, inferencia, búsqueda hacia atrás, ensayo y error, analogía.
c) Autocontrol de la conducta en el proceso de solución de problemas.

3.- ESTRATEGIAS

3.1 La sesión de trabajo en aula se inicia con una experiencia sencilla para presentar la tareas de aprendizaje, luego se proporciona una breve explicación sobre el contenido de la tarea y se inicia la fase de ejercitación. Al término de la fase de ejercitación los participantes evalúan su trabajo (autoevaluación y coevaluación).

La ejercitación comprende:

- la participación y trabajo en grupo para la ejecución de un proyecto que será desarrollado a partir de la cuarta semana de clases.
- el trabajo individual o en parejas en las tareas que serán asignadas.

3.2 La discusión, la participación oral y el pequeño grupo de tarea son las modalidades características de trabajo en aula. De aquí que la asistencia sea un requisito obligatorio.

3.3 Las tareas que se asignan son un componente esencial para el desarrollo y transferencia de habilidades. En algunos casos el objetivo de la tarea será reforzar los contenidos y habilidades evaluados en las pruebas. El participante debe dedicar entre una y dos horas semanales para complementar a tiempo las lecturas, ejercicios o proyectos asignados.

4.- EVALUACIÓN

Los aspectos a considerar para la evaluación, y su ponderación, son:

-Asistencia a clases: el participante debe asistir, como mínimo, al 75% de las sesiones programadas 10%

- Ejecución: se evaluará según los resultados en:

Tareas	10%
Prueba 1	15%
Prueba 2	20%
Prueba de salida	20%
Proyecto	25% (*)

(*) (10 % Informes parciales individuales I, II y III; 15 % Informe final (documento))

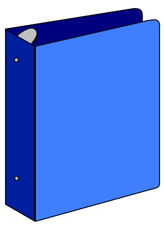
TODAS LAS ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN SON OBLIGATORIAS

NO SE PERMITIRÁ LA ENTRADA AL AULA DE CLASES 15 MINUTOS DESPUÉS DE LA HORA DE INICIO DE CLASES SEGÚN EL HORARIO

ANEXO 2

ANEXO 3

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***PLAN DE EVALUACIÓN***



¿Qué es un portafolio?

Un portafolio es una carpeta donde el estudiante muestra su trabajo de un período escolar. En el portafolio se encuentra la planificación de trabajos, tareas en realización y asignaciones acabadas. El portafolio permite apreciar el progreso que el estudiante ha experimentado; su interés, su esfuerzo y su dedicación a ciertos temas.

¿Cuáles son los objetivos de este portafolio?

Evaluar:

⇒ disposición hacia la matemática
⇒ progreso en comprensión de la matemática
⇒ progreso en el proceso de solución de problemas matemáticos

✓ *Para mi la matemática es…*

✓ *El plan es…*

✓ $p \Rightarrow q$

✓ π

✓ $3x\text{-}1= \frac{4}{5}$

✓ *Verifique la solución y …*

✓ $f(x)= e^{x}$

¿Qué debe contener este portafolio?

Una tabla de contenido. Cada trabajo debe tener un título y la fecha en que fue realizado (no la fecha en que fue entregado).

Ensayos donde se observe la disposición hacia las matemáticas.

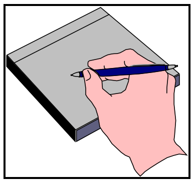
Ejercicios y problemas descrito paso a paso su proceso de resolución.

Autoevaluaciones.

Coevaluaciones.

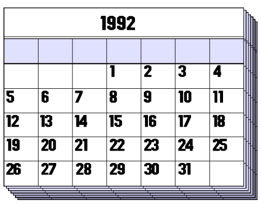
Planificación del proyecto grupal y de la tarea que se le asignó.

¿Cómo se evaluará este portafolio?



Las tareas semanales serán la modalidad básica de evaluación, habrá oportunidad de decidir y planificar estas tareas y también de mejorarlas hasta la fecha de revisión del portafolio.

Fechas de revisión del portafolio



4ta semana	17 de Diciembre	**15 %**
8va semana	28 de Enero	**20 %**
12da semana	25 de Febrero	**20 %**
16ta semana	25 de Marzo	**20 %**
Proyecto grupal		**25%**

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***PLAN DE EVALUACIÓN***

El portafolio de trabajo debe contener TODO lo que usted hace para aprender matemáticas, sus planes de trabajo, sus resúmenes de la teoría, sus esquemas o mapas conceptuales, los ejercicios que usted intenta resolver, los ya resueltos, el planteamiento de sus dificultades, alguna observación y reflexión importante que haya hecho de su manera de estudiar y aprender matemáticas. Todo esto serán indicadores de su interés en el área. Y serán las señales que nos permitan a los profesores entender su punto de vista, cómo usted comprende o si definitivamente no comprende nada.

Cada vez que vaya a resolver un problema trácese un plan de ejecución, pregúntese qué está haciendo, cómo lo está haciendo, qué sabe del tema qué plantea el problema, qué tiene claro, cómo será la solución, etc.

Le serán solicitadas algunas tareas obligatorias y, queda a su elección, trabajar los ejercicios, problemas y temas que para su caso particular sea más necesario. ***Sugerencia:*** Intentar con los temas sugeridos a principio de clase.

Cada una de las tareas que se le asignan semanalmente, le serán devueltas a su debido tiempo y debe guardarlas para entregar el juego de tareas acumulado en las siguientes fechas:

SEMANA	**FECHA TENTATIVA**
10	9 de Febrero
13	2 de Marzo
16	23 de Marzo

Prof. Y. Serres. Enero 98

ANEXO 4

COMPARACIÓN DE ÍNDICE DE DESERCIÓN PRIMER Y SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO CURSO INTRODUCTORIO FIUCV (1993 A 1997)

INS: inscritos según los listados oficiales.
DES: desertaron del curso.

AÑO	SEM	INS	DES	% DES
1993	I	175	42	24
1993	II	291	112	38,4
1994	I	122	24	19,6
1994	II	244	119	48,7
1995	I	139	12	8,6
1995	II	219	73	33,3
1996	I	148	38	25,6
1996	II	134	55	41
1997	I	178	37	20,7
1997	II	132	53	40,1

ANEXO 5

ESTRUCTURA DEL PÁRRAFO

En su aspecto externo, el párrafo se delimita por la sangría al comienzo y un punto y aparte (o un punto final) a su término. Su aspecto interno se refiere a cómo se organizan las ideas. Desde este último punto de vista, lo esencial del párrafo es que “ todo él gira alrededor de una sóla idea “. Esa idea que llamaremos idea general, se hace explícita a través de la idea principal y las ideas secundarias .

LOCALIZACIÓN DE LA IDEA PRINCIPAL

En un párrafo hay una sóla idea principal que puede encontrarse al principio, en la mitad o al final. Todas las ideas secundarias se agrupan de un modo natural y lógico alrededor de la idea principal, para ampliar, concretar o presentar diversos aspectos de la idea general. Antonio Blay nos indica ciertos procedimientos para su rápida ubicación.

1.- Observar cuál es la palabra que más se repite y que domina todo el párrafo.
2.- En algunos casos el autor utiliza sinónimos y también emplea pronombres.
3.- La frase principal es aquella donde se establece la afirmación más amplia y puede considerarse como un resumen de todas las demás ideas del párrafo.

Para estar seguro que la identificación de la idea principal ha sido correcta, se puede proceder de la siguiente manera:

1.- Al suprimir la idea principal el párrafo queda incompleto, no aparece claro el significado del párrafo como conjunto.
2.- Leer una por una las demás frases o ideas del párrafo y antes o después, repetir la idea principal.

LOCALIZACIÓN DE LAS IDEAS SECUNDARIAS

Estas ideas pueden estructurarse de las siguientes maneras:

1. Como repetición de la idea principal: Se mantiene el mismo contenido de la frase principal, variando simplemente las palabras.
2. Como comparaciones: El autor deja bien claro cuál es su verdadero pensamiento, indicando y rechazando de plano lo que no es su pensamiento.
3. Como ejemplos: Los ejemplos son ayudas para comprender el alcance de la idea principal a través de casos y explicaciones concretas.
4. Como argumentos: Este tipo de idea secundaria apoya la afirmación de la frase principal a través de explicaciones o justificaciones.

ALGUNAS PALABRAS CLAVES PARA IDENTIFICAR EL TIPO DE IDEA SECUNDARIA

1. Las ideas secundarias de repetición, justificación o argumentación, por lo general, están precedidas de las siguientes palabras:

-Porque	-Esto es o significa	-Como hemos dicho
-Así pues	-Asimismo	-De aquí que
-O sea	-Pues bien	-Entonces, etc.

2. Las ideas secundarias de comparación están precedidas generalmente por las siguientes palabras :

-Pero	-Al contrario
-En cambio	-No obstante
-Sin embargo	-A pesar de

CASOS ESPECIALES:

No todos los párrafos tienen una sóla idea principal, nos podemos encontrar con anormalidades como éstas:

a) Párrafos con más de una idea.

En realidad, no es que tengan más de una idea, sino que el autor la presenta diluida a través del párrafo, es decir, en diferentes partes del párrafo. En este caso el lector deberá integrar el contenido que representa la idea principal.

b) Sin frase principal.

Son párrafos en los que no existe ninguna frase que podamos considerar lo suficientemente amplia o representativa como para encerrar la idea principal del mismo. En este caso, lo más indicado para el lector es abstraer de todas las ideas lo que es la idea principal y elaborarla utilizando su propia redacción.

Las razones de los párrafos especiales son variadas, Antonio Blay las resume como sigue:

a) No todos los escritores tienen la misma claridad de pensamiento, ni poseen el mismo grado de habilidad para expresarse y darse a entender con facilidad.

b) Cuando la división de los párrafos obedece a razones convencionales más que a leyes lógicas, ejemplo: los artículos y reportajes periodísticos.
c) Los párrafos de apariencia en donde el autor se guía principalmente por el aspecto externo del texto escrito.

RESUMEN

El resumen consiste en exponer lo esencial del material que ha sido leído. Los tipos de resumen más frecuentemente utilizados son:

1. **Presentación resumida o resumen simple**. Algunas recomendaciones útiles para su elaboración son:

- Se debe tratar de comprender la idea, aceptándola en su propio significado, pero redactándola con ideas propias.
- Se debe evitar caer tanto en lo narrativo como en lo simplemente enunciativo.
- En caso de que se encuentre algún pasaje que sea imposible resumir con palabras propias, debido a la importancia de la idea o de la forma de su enunciación, se lo toma textualmente y se cita entre comillas, pero sin abusar de tal procedimiento.
- La narración puede hacerse en primera o en tercera persona.
- El texto final debe tener una redacción o hilvanación propia.
- Debe cuidarse la ortografía y la sintaxis.
- Para mayor seguridad y precisión, es conveniente recurrir al diccionario.

2. **Resumen analítico**: Tiene como meta fundamental desarrollar la capacidad de análisis; consiste en identificar los elementos que componen el plan del autor. Dichos elementos son los siguientes: idea central del texto, que corresponde a la introducción; cuerpo del trabajo, en el cual se encuentran las ideas principales y secundarias de la obra, y por último, la conclusión a la cual ha llegado el autor. Es de hacer notar que no todas las veces las ideas y conclusiones se hallarán con un ordenamiento lógico. Es posible que el esquema representado por el autor no corresponda a este tipo de orden y sea necesario reordenarlo a partir de los elementos hallados en él. Con esta técnica se pretende analizar la coherencia de los postulados del texto, revelar sus planteamientos y contradicciones para, a partir de allí, hacer el análisis crítico de la obra.

3. **Resumen crítico**: El análisis crítico es la culminación del trabajo comenzado con un resumen simple y consiste en la evaluación y apreciación de la estructura interna de un texto. Esta técnica tiene como objetivo evaluar y comprobar la elaboración lógica, la construcción organizada de las partes y del conjunto de la obra.

Para realizar este análisis, se pueden utilizar preguntas tales como: ¿Logra el autor demostrar (a lo largo del texto) su tesis o idea central ?¿Hay (o no hay) contradicciones en el texto? ¿Hay unidad lógica entre ellas? ¿Trata el autor con la misma minuciosidad cada uno de los aspectos planteados?.

SOTO, ANA MERCEDES: Técnicas de estudio. Ediciones de la Biblioteca . U.C.V. Caracas, 1983.

NIVELES DE COMPRENSIÓN DE LECTURA

Antes de comenzar a leer algo, pregúntate cuál es el resultado que quieres lograr a través de la lectura, lo que en solución de problemas se ha llamado la META o ESTADO FINAL.

Los siguientes son los niveles de compresión que con más frecuencia el estudiante espera lograr de la lectura que realiza con propósitos de estudio.

1.- Obtener la **idea general** del texto:

La idea general es una abstracción que el lector hace de todo el texto, fragmento o párrafo. Generalmente son indicadores importantes para obtener la idea general del texto: los títulos, subtítulos, frases subrayadas (o escritas en caracteres especiales). Por lo tanto, si tu propósito es obtener la idea general bastaría con dar una mirada a todo el texto buscando las señales descritas y hacerte las preguntas: ¿Cuál es el tema tratado? ¿Qué aspectos del tema son tratados con cada sección o párrafo?.

2.- Obtener la **idea principal** del texto:

En otra parte de la teoría se te explica el concepto de idea principal y cómo localizarla en cada párrafo, así mismo se explica el concepto y los diferentes tipos de idea secundaria. La habilidad para distinguir en un texto lo esencial de lo que no lo es, la idea principal de las ideas secundarias, es una de las habilidades de comprensión más importantes; en este caso, ya no bastaría una mirada rápida del texto, sería necesaria una lectura detallada del mismo o la lectura de aquellas partes donde usualmente el autor ubica la idea principal, es decir, el comienzo, la mitad o al final de cada párrafo.

3.- Obtener **detalles** del texto:

La obtención de ideas principales proporciona un esqueleto del texto, sin embargo, si tu intención es complementar las ideas principales, necesitas distinguir las ideas secundarias. Las siguientes son algunas de las ventajas que proporciona encontrar las ideas secundarias: disponer de ejemplos concretos, obtener argumentos para apoyar conclusiones o para soportar tus inferencias acerca del texto, disponer de un marco de referencia para aplicar las ideas del texto.

Observa los puntos 1, 2 y 3 describen diferentes niveles de detalle del análisis estructural, es decir, análisis de partes y relaciones del texto.

4.- Identificar el **patrón de pensamiento** del autor:

Este resultado tiene una estrecha relación con lo que leíste acerca del análisis operacional utilizado como un operador en lectura. Es posible que tu propósito al leer consista en identificar la manera como el autor ha encontrado un conjunto de hechos o conceptos; en otros casos más bien podrías estar interesado en identificar un proceso, y las etapas o fases del mismo, entonces resultará apropiado leer tratando de identificar cuál es la organización o estructura que el autor ha dado al texto: hechos; tesis-demostración-conclusión ; planteamiento del problema-discusión-solución; causa-efecto, etc.

5.- **Formular conclusiones o hacer inferencias** a partir del texto:

La lectura general y la lectura detallada, a las que se hizo referencia en los puntos 2 y 3, son un prerrequisito esencial para poder concluir o inferir a partir de un texto, pero éste último resultado requiere además, comparar o contrastar lo que se ha leído con lo que se sabe o se conoce del mismo tema; en este caso, además de la comparación entre lo que dice el autor y lo que el lector sabe, será necesario utilizar la inferencia inductiva y deductiva tal como han sido estudiadas en el Curso de Lenguaje y Métodos del pensamiento. Por otra parte, es esencial que el lector reconozca las propias limitaciones en cuanto a conocimiento se refiere y exhiba una actitud flexible para aceptar otros puntos de vista.

6.- Formarse una **imagen mental** de lo leído:

En solución de problemas también hemos visto la importancia de la presentación como estrategia para comprender un problema. Mientras más vívida sea la imagen que el lector pueda formularse, en esa medida podrá disponer de un recurso para verificar su nivel de comprensión del texto. Trate de **ver, oír, oler, y sentir las ideas del autor**.

Noviembre 1996

ANEXO 6

NATURALEZA DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

Un mapa conceptual es un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones.

Un mapa conceptual es un gráfico formado por elipses donde se ubican los *conceptos* y por líneas que unen las elipses relacionando de esta manera los conceptos, la relación entre los conceptos se aclara con las *palabras-enlace* que se escriben en letras minúsculas junto a las líneas de unión. Dos conceptos, junto a las palabras-enlace, forman una *proposición*. (Ontoria, 1993). De manera pues que los tres elementos fundamentales de un mapa conceptual son:

Concepto: se entiende por concepto una regularidad en los acontecimientos o en los objetos, que se designa mediante algún término. (Novak y Gowin, 1988).

Proposición: consta de dos o más conceptos unidos por palabras-enlace para formar una unidad semántica. Es la unidad semántica más pequeña que tiene valor de verdad, puesto que se afirma o niega algo de un concepto.

Palabras-enlace: son las palabras que sirven para unir los conceptos y señalar el tipo de relación existente entre ambos.

Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica. A partir de la proposición Novak distingue conceptos o palabras que provocan imágenes mentales y expresan regularidades, y palabras-enlace que sirven para unir dos conceptos y no provocan imágenes mentales.

Los mapas conceptuales dirigen la atención, tanto del estudiante como del profesor, sobre el reducido número de ideas importantes en las que deben concentrarse en cualquier tarea específica de aprendizaje. (Novak y Gowin, 1988).

Los mapas conceptuales proporcionan un resumen esquemático de lo aprendido y ordenado de una manera jerárquica. El conocimiento está organizado y representado en todos los niveles de abstracción, situando los más generales e inclusivos en la parte superior y los más específicos y menos inclusivos en la parte inferior. (Ontoria, 1993).

Los mapas conceptuales se diferencias de otros esquemas por tres características fundamentales:

Jerarquización: en los mapas conceptuales los conceptos están dispuestos por orden de importancia o de inclusividad; los conceptos más inclusivos ocupan los lugares superiores de la estructura gráfica, los ejemplos se sitúan en último lugar y no se enmarcan. En un mapa conceptual sólo aparece una vez el mismo concepto. Para indicar un concepto derivado, cuando ambos están situados a la misma altura o en caso de relaciones cruzadas, conviene terminar las líneas de enlace con una flecha.

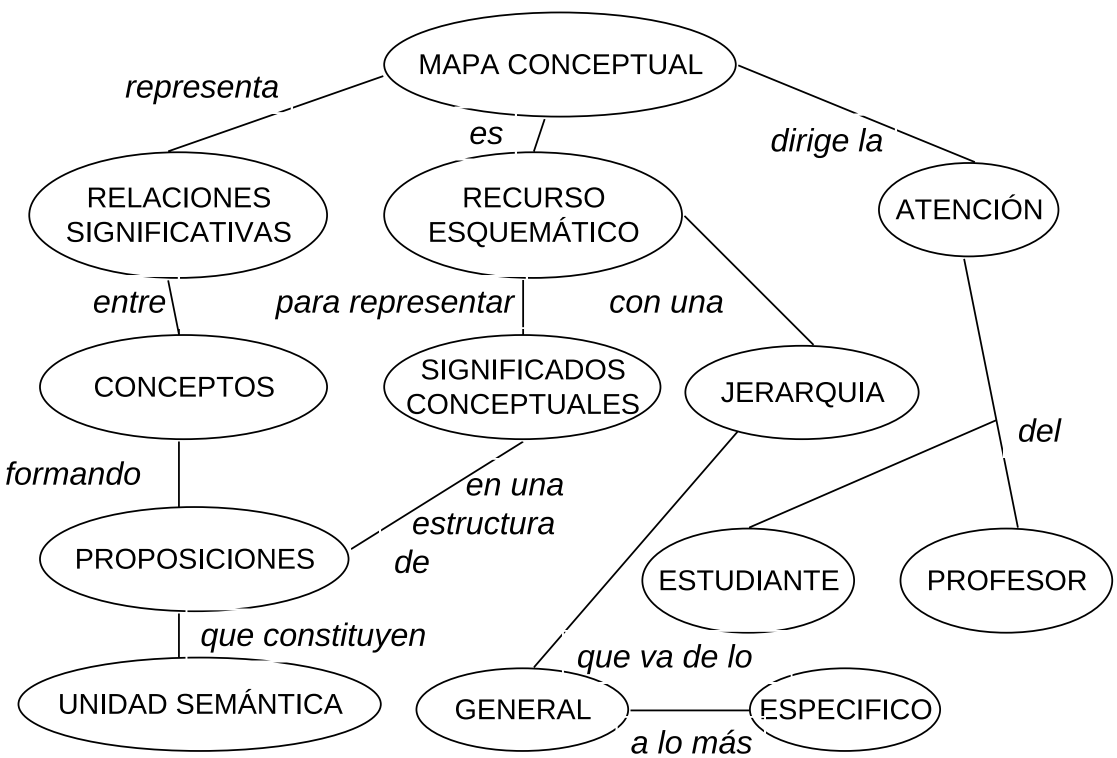
Selección*:* los mapas constituyen una síntesis o resumen que contiene lo más importante o significativo de un mensaje, tema o texto. Previamente a la construcción del mapa hay que elegir los términos que hagan referencia a los conceptos en los que conviene centrar la atención.

Impacto visual: un mapa conceptual conciso y que muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso, aprovecha la notable capacidad humana para la representación visual. Se sugiere destacar los conceptos con letras mayúsculas y enmarcarlos con elipses en vez de rectángulos para aumentar el contraste entre las letras y el fondo. (Ontoria, 1993).

Un Mapa Conceptual es una estrategia que desarrolla la capacidad de análisis, razón por la cual se espera que un buen Mapa Conceptual responda a preguntas claves del tema tratado como son:

- de qué se trata el tema (concepto central)
- cuáles son las partes que lo componen
- cómo se relacionan las partes (palabras enlace)
- cuál es el propósito, la meta, las funciones; para qué sirve este conocimiento; por qué aprenderlo, para qué (rasgo funcional de los conceptos muy utilizado en las definiciones)
- cuáles son las etapas por las que pasa este tema, cómo cambia, bajo qué condiciones
- cómo se clasifica, con qué criterios, cómo puede ser
- cuándo ocurrió, dónde

Se recomienda chequear cada uno de estos puntos para evaluar los Mapas Conceptuales.



ANEXO 7

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***SOLUCIÓN de PROBLEMAS***

De la guía de Elementos de Funciones Reales (roja), páginas 13 y 14 se pide:

Escoger 4 problemas y resolverlos indicando su estructura, un plan de resolución que comience identificando la estrategia que siguió y la verificación de la solución.

CONDICIÓN: cada problema debe ser de un ejercicio distinto de los planteados en la guía. Las estrategias utilizadas deben ser diferentes en cada ejercicio.
(Ejemplo: el 1c por establecimiento de submetas, el 2c por representación, el 4b por análisis de medios y fines y el 7c por trabajar hacia atrás).

De la guía de Lógica y Conjuntos (marrón), páginas 56, 57, 58, 59 y 60 se pide:

Resolver 2 problemas siguiendo los pasos:

1. Indicar su estructura (***análisis***).
2. Proponer un plan estratégico (***planificación***).
3. Revisar la solución (***verificación***).

CONDICIÓN: cada problema debe ser de un ejercicio distinto de los planteados en la guía. Las estrategias utilizadas deben ser diferentes en cada ejercicio.
(Ejemplo: el 1c por establecimiento de submetas, el 2c por representación, el 4b por análisis de medios y fines y el 7c por trabajar hacia atrás).

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***SOLUCIÓN de PROBLEMAS***

De la guía de Elementos de funciones (roja), páginas 41, 42, 43 y 44, ejercicios 1, 4, 6 y 8, se pide:

Resolver 4 problemas siguiendo los pasos:

1. Indicar su estructura (***análisis***).
2. Proponer un plan estratégico (***planificación***).
3. Revisar la solución (***verificación***).

CONDICIÓN: cada problema debe ser de un ejercicio distinto de los planteados en la guía. Las estrategias utilizadas deben ser diferentes en cada ejercicio.
(Ejemplo: el 1c por establecimiento de submetas, el 4c por representación, el 6b por análisis de medios y fines y el 8e por búsqueda de semejanzas y analogías).

ANEXO 8

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***SOLUCIÓN de PROBLEMAS***

1. Resolver indicando paso a paso cuatro problemas referentes a funciones trigonométricas.

CONDICIÓN: considerar problemas cuyas metas sean:

1. Hacer un estudio completo de una expresión trigonométrica.
2. Resolver una ecuación trigonométrica.
3. Resolver un triángulo (hallar sus ángulos y sus lados).
4. Opcional.

2. Elaborar un mapa conceptual de funciones trigonométricas.

ANEXO 9

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***SOLUCIÓN de PROBLEMAS***

Estudiante: ______________________ Estudiante: ______________________

Estudiante: ______________________ Fecha: __________________________

Resolver paso a paso: (Analizar el problema. Explicar el razonamiento utilizado. Verificar la solución.)

1. Determinar diferentes medidas de los ángulos en posición normal que se obtienen a partir de los siguientes puntos P:

a) P= (1,0) b) P= ($\sqrt{2}/2$, $\sqrt{2}/2$) c) P= ($-\sqrt{3}/2$,-½)

2. Dado el ángulo α en posición normal, determinar P en C tal que α =AOP.

a) $\alpha=0$ b) $\alpha = \pi/4$ c) $\alpha = -17\pi/3$

3. Resolver las ecuaciones:

a) $\cos\alpha = 0$ b) $\cos^2\alpha = \cos\alpha$

UCV. FACULTAD DE INGENIERÍA. CURSO INTRODUCTORIO. LENGUAJE Y MÉTODOS DE PENSAMIENTO. Semestre 2/97. Sección 01	***SOLUCIÓN de PROBLEMAS***

Estudiante:_____________________ Estudiante:________________________

Estudiante:_____________________ Fecha:.___________________________

Resolver paso a paso: (Analizar el problema. Explicar el razonamiento utilizado. Verificar la solución.)

1. Simplificar la expresión eliminando cualquier exponente negativo.

$$\frac{-xy^2z^3}{(xy^2z^3)^{-1}} =$$

2. Indicar si la proposición es verdadera o falsa y justificar su afirmación.

$$\sqrt{x^2} + \sqrt{y^2} = |x| + |y|$$

3. Resolver la ecuación.

$$2^{3-x}(4^{2x-1}) = 16$$

4. Resolver la inecuación irracional en un dominio donde los radicales tengan sentido:

$$1 + \sqrt{1-x^2} \leq \sqrt{1+x^2}$$